ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MARS 1942.

PRÉSIDENCE DE M. Ernest ESCLANGON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MAGNÉTOOPTIQUE. — *Dispersion rotatoire magnétique de liquides diamagnétiques à l'intérieur d'une bande d'absorption (bande cétonique ultraviolette).* Note de MM. **Aimé Cotton** et **Roger Servant**.

La question de la dispersion rotatoire magnétique des corps absorbants a été, comme on sait, l'objet de nombreuses discussions; elle a été étudiée expérimentalement à bien des reprises depuis l'époque où l'un de nous ([1]) montrait qu'au bord des bandes des solutions colorées qu'il étudiait (solution de chlorure de cobalt, par exemple), la courbe de dispersion rotatoire magnétique paraissait bien s'écarter systématiquement de la courbe obtenue dans les régions de transparence. Rapprochant ces anomalies de celles que lui donnaient certains liquides colorés naturellement actifs, il les rattachait à la dispersion anormale des indices, en indiquant que les deux courbes relatives aux indices des deux vibrations circulaires privilégiées devaient être toutes deux modifiées par l'absorption et que cela devait entraîner nécessairement des changements dans la courbe de dispersion rotatoire.

Depuis, les progrès de la technique expérimentale ont permis dans certains cas de préciser cette influence de l'absorption sur les rotations magnétiques. On est maintenant fixé sur la dispersion rotatoire de certains liquides, tous *paramagnétiques*, comme le sont précisément ceux sur lesquels on avait expérimenté dès le début.

On a pu faire des mesures dans ce cas, non seulement sur les bords d'une bande d'absorption, mais dans la bande elle-même, là où le manque de lumière rendait bien vite les mesures impossibles, alors que c'était la région la plus intéressante à explorer ([2]). Le dichroïsme circulaire magnétique, qui avait été autrefois recherché sans succès, a pu être mesuré lui aussi dans plusieurs

---

([1]) A. Cotton, *L'Éclairage Électrique*, 8, 1896, pp. 162 et 199.

([2]) R. W. Roberts, *Philosophical Magazine*, 9, 1930, p. 361; E. Miescher, *Helv. Physica Acta*, 3e série, 93, 1930, p. 93; A. Cotton, *Rapport au Conseil de Physique Solvay*, 1930.

laboratoires ([3]). Il passe par un maximum au milieu de la bande. D'autre part, non seulement on vérifie que, sur les deux bords de la bande d'absorption, la pente de la courbe des rotations s'accroît et que la dérivée $d\alpha/d\lambda$ (α étant la rotation magnétique) *a le même signe* des deux côtés, mais que les rotations elles-mêmes changent de signe dans la région où le dichroïsme passe par un maximum.

On peut se rendre compte de ce type de dispersion rotatoire magnétique [et aussi des relations avec le dichroïsme magnétique ([4])] en admettant que les courbes d'absorption relatives aux deux vibrations circulaires ont leurs maxima à la même place dans le spectre, mais que leurs ordonnées sont inégales (le champ magnétique tendant à orienter les orbites perpendiculairement à sa direction, en favorisant celles qui ont un sens déterminé).

L'étude de la dispersion rotatoire magnétique des corps absorbants *diamagnétiques* est beaucoup moins avancée. Les anomalies ont paru le plus souvent tellement moins marquées qu'on a pu se demander si elles existaient, et si la courbe de dispersion rotatoire magnétique ne prolongeait pas simplement, dans les bandes d'absorption, la courbe tracée dans les régions de transparence complète. Les mesures faites en 1932 par l'un de nous et Schérer ([5]) sur la thiobenzophénone (étudiée à l'état de surfusion) avaient montré que de telles anomalies existent encore certainement, et cela sans que le dichroïsme circulaire magnétique (cherché cependant, mais pour une seule radiation) ait été observé. La courbe tracée dans les *Comptes rendus* indiquait que *des deux côtés de la bande les rotations gardent le même sens*, mais que, cette fois, le signe de la dérivée $d\alpha/dx$ n'est plus le même des deux côtés : du côté rouge, il est négatif (comme pour les corps paramagnétiques), tandis que du côté des petites longueurs d'onde il est positif.

L'étude n'avait pu être poussée jusque dans la région où l'absorption est la plus forte, et la courbe de dispersion rotatoire n'avait pas été tracée dans cette région. Les auteurs indiquaient explicitement que des recherches ultérieures portant sur un produit plus pur et faites dans de meilleures conditions expérimentales permettraient seules de la préciser.

On pouvait supposer (c'était l'hypothèse la plus simple) qu'à l'intérieur de la bande, entre les deux branches figurées, la courbe représentait un seul maximum. C'est ainsi que la courbe représentative de la dispersion pour les corps diamagnétiques a été figurée schématiquement dans l'exposé que W. Schütz a fait en 1936 de l'ensemble de ces questions magnétooptiques ([6]).

([3]) A. Cotton, *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 915; M. Schérer, *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 950, et *Thèse*, Paris, 1934; M. Schérer et R. Cordonnier, *Comptes rendus*, **196**, 1938, p. 1724; J. Verhaeghe et M. van Hyck, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 993.

([4]) R. Servant, *Comptes rendus*, **212**, 1941, p. 480.

([5]) *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 1342.

([6]) *Magneto-optik* (*Handbuch der Experimentalphysik*, Leipzig, 1936, p. 37).

C'est également avec un seul maximum que H. Bizette et M. Schérer [7] ont tracé la courbe de dispersion rotatoire d'un autre corps diamagnétique : le tellure, dissous dans l'acide sulfurique. Mais les auteurs se préoccupaient surtout des caractères magnétiques du tellure ainsi engagé dans une solution, et les radiations employées n'avaient pas été assez nombreuses.

Pour ces raisons, nous avons pensé qu'il était nécessaire de reprendre cette étude des liquides diamagnétiques, en utilisant cette fois des radiations ultraviolettes. Dans cette région spectrale en effet, la plupart des liquides organiques purs, même de constitution chimique simple, présentent des bandes d'absorption caractéristiques qui ne peuvent être confondues avec des bandes attribuables à des impuretés accidentelles.

Nous avons arrêté notre choix sur des cétones dont Mme Ramart-Lucas a bien voulu nous donner plusieurs échantillons purs. Ces substances présentent toutes vers 2900 Å une bande d'absorption bien isolée, caractéristique du groupement CO. Elles ont sur les substances telles que le sulfure de carbone l'avantage d'être beaucoup moins absorbantes.

L'étude de la rotation magnétique a été faite avec le grand électro-aimant de Bellevue, pour les diverses radiations de l'arc au mercure, avec un montage photographique qui sera décrit ailleurs. Le système produisant les pénombres était un biquartz perpendiculaire placé contre la cuve (également en quartz) au centre de l'entrefer. La ligne de séparation des deux plages de ce biquartz était projetée transversalement sur la fente d'un spectrographe pour ultraviolet, à travers l'analyseur placé dans le canal pratiqué dans l'un des noyaux percés. On faisait des photographies successives en changeant systématiquement après chaque pose l'azimut de l'analyseur, et l'on obtenait ainsi pour chaque raie une série d'images des plages permettant de trouver l'azimut d'égalité. Le champ était voisin de 50 000 gauss et la cuve assez mince pour que les mesures soient possibles dans toute l'étendue de la bande.

Les résultats obtenus sont semblables pour les différentes cétones étudiées. La figure ci-après les représente pour la méthylpropylcétone sous l'épaisseur de 5/100 de millimètre. Les courbes T et $-$T représentent les rotations totales obtenues, biquartz compris, lorsque la cuve est pleine. Les courbes V et $-$V représentent les mêmes rotations lorsque la cuve est vide. On a tracé à titre de contrôle la courbe N des rotations naturelles de l'ensemble [cuve pleine de liquide + biquartz]. Enfin les rotations doubles dues à la cétone sont représentées en 2α et la courbe $\mathcal{E}_M$ indique les valeurs du coefficient d'absorption du liquide (sans champ) d'après F. O. Rice [8].

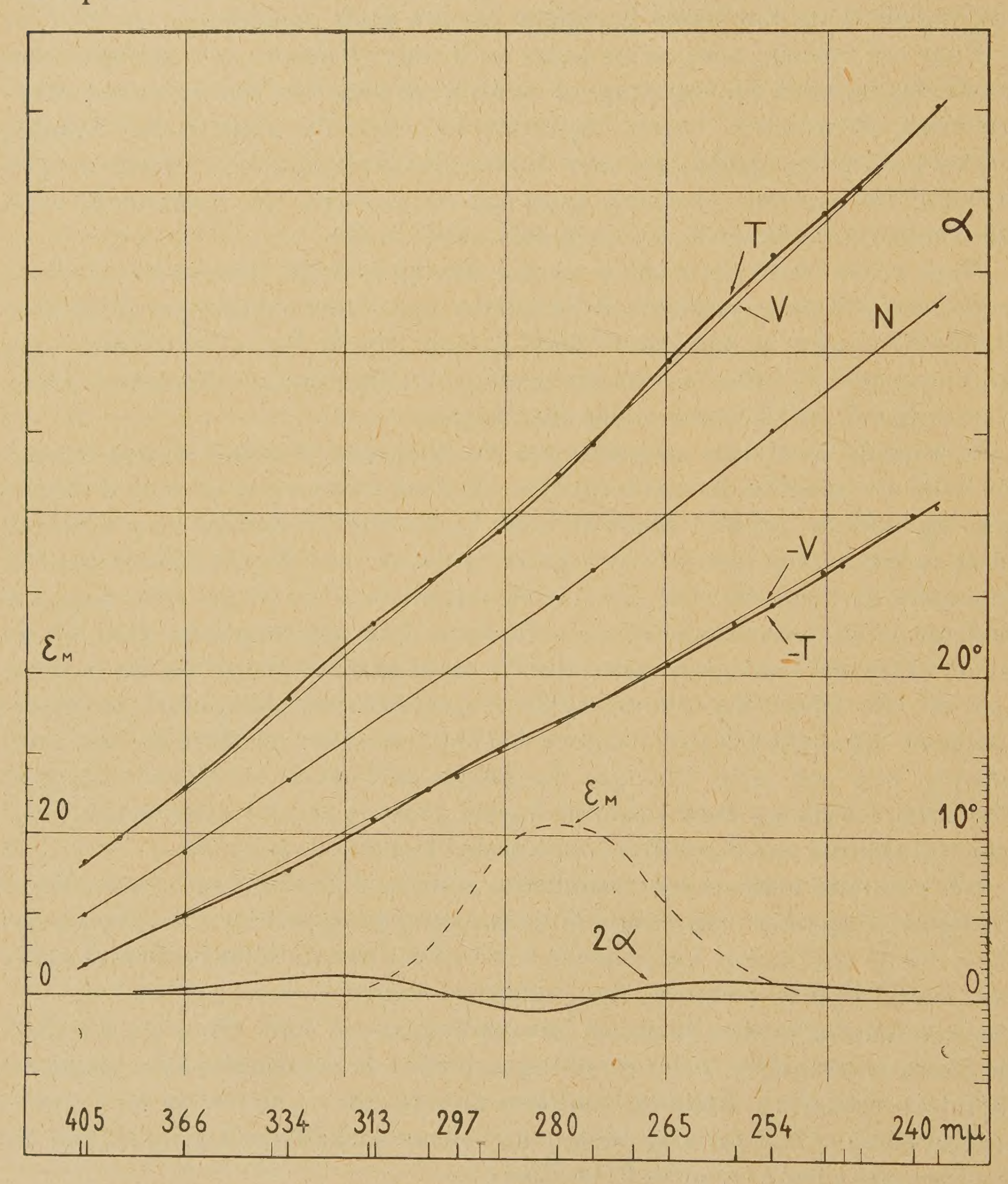
Comme on n'a pas compensé, dans ces mesures, les rotations naturelles des lames de quartz traversées par le faisceau employé, la dispersion est grande

---

(7) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1931.

(8) *Proceed. of the Roy. Soc.*, A, 91, 1915, p. 89.

et l'échelle des ordonnées forcément petite; mais on voit que les rotations propres mises en évidence pour le liquide lui-même dans l'ultraviolet sont bien nettes, puisqu'elles dépassent un degré malgré la très faible épaisseur du liquide.



L'examen de la courbe représentant les valeurs des doubles rotations montre d'abord que, des deux côtés de la bande, *on retrouve le changement de signe de* $d\alpha/d\lambda$ *signalé* pour les deux diamagnétiques précédemment étudiés. Mais à l'intérieur de la bande, dans la nouvelle partie explorée, on constate qu'*il y a deux maxima positifs entre lesquels la rotation change de signe en passant par un minimum négatif*.

On peut expliquer simplement les caractères généraux de cette courbe de dispersion rotatoire magnétique en généralisant ce qu'on admet pour les liquides diamagnétiques transparents et qui consiste à rattacher le phénomène de Faraday à celui de Zeeman. L'explication consiste, en définitive, à considérer pour les deux vibrations circulaires inverses, deux courbes de dispersion pareilles déplacées légèrement l'une par rapport à l'autre. On admettra que ces deux courbes présentent toutes deux les mêmes modifications tenant à l'absorption. (Il serait intéressant d'essayer de rattacher quantitativement cette explication à des mesures directes d'indices.) En tout cas, on peut dire qu'on rend compte de l'allure des courbes de dispersion rotatoire diamagnétique par l'existence de deux maxima d'absorption à des places différentes, tandis que, pour les effets paramagnétiques, on admet deux maxima à la même place mais d'intensité différente.

Il est bien évident que les deux sortes de changements peuvent exister à la fois pour une même bande d'absorption et *qu'on ne peut pas s'attendre à trouver les mêmes résultats dans tous les cas*. Par exemple les corps gazeux diamagnétiques (vapeur de sodium, fluorures alcalinoterreux etc.) présentent des courbes de dispersion rotatoire anormales qui s'expliquent de la même façon, mais il faut tenir compte de la variété des effets Zeeman constatés sur les raies étroites ou sur les lignes composant les bandes résolubles sensibles à l'action du champ.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur les chocs entre neutrons rapides et noyaux de masse quelconque.* Note [1] de M. **Paul Langevin**.

Il est important, pour diverses recherches de physique nucléaire, de pouvoir répondre à la question suivante :

Dans un milieu matériel composé d'atomes tous identiques, un neutron est lancé avec une énergie cinétique initiale E_0 telle que, au cours de sa réduction par les chocs successifs du neutron contre les noyaux atomiques, l'énergie cinétique E du neutron reste assez grande, par rapport à l'énergie moyenne d'agitation thermique ou aux énergies de liaison entre atomes, pour que les noyaux de ceux-ci puissent être considérés comme immobiles et libres avant d'être rencontrés par le neutron. L'énergie E subissant ainsi une série de diminutions brusques du fait de ces chocs dont les conditions, variables d'un choc à l'autre, sont supposées régies par les lois du hasard, cette énergie passe par une série discontinue et constamment décroissante de valeurs E_0, E_1, E_2, ..., variable d'un neutron à l'autre. On demande quelle est la probabilité pour que l'une au moins de ces valeurs tombe dans un intervalle ΔE ou dans un domaine ΔE composé d'un nombre quelconque d'intervalles permettant, par exemple, la capture du neutron par résonance. Avec cette interprétation, la

---

[1] Séance du 9 mars 1942.

probabilité cherchée P est celle de la capture du neutron par résonance après un nombre quelconque de chocs.

Je vais donner la solution du problème ainsi posé dans le cas général où la masse M des noyaux rencontrés est quelconque par rapport à la masse m du neutron et où le domaine ΔE est d'étendue finie. Le résultat s'exprime de manière simple lorsque ce domaine se compose d'un seul intervalle infiniment petit dE, auquel cas la probabilité cherchée prend elle-même une valeur infiniment petite dP. Nous verrons que ce résultat satisfait bien à la condition de prendre la forme encore plus simple et déjà connue

$$dP = \frac{dE}{E} \tag{1}$$

lorsque les noyaux rencontrés sont des protons, de masse pratiquement égale à celle du neutron.

Soient P_1 la probabilité pour que l'énergie cinétique E_1 après le premier choc tombe dans ΔE, P_2 la probabilité pour que, E_1 étant extérieur à ΔE, E_2 y soit contenue, P_3 la probabilité pour que, E_1 et E_2 étant extérieurs à ΔE, E_3 y soit contenue, et ainsi de suite. Les cas ainsi considérés étant exclusifs les uns des autres, on a évidemment, par application du théorème d'addition des probabilités,

$$P = P_1 + P_2 + \ldots = \sum_1^\infty P_n. \tag{2}$$

Pour évaluer ces probabilités, nous assimilerons le choc entre neutron et noyau à celui de deux sphères élastiques de masses m et M se rencontrant de telle façon qu'au moment du choc la ligne des centres fasse un angle θ avec la direction de la vitesse initiale du neutron, celle du noyau étant supposée nulle. L'angle θ varie de zéro à $\pi/2$ quand on passe du choc central au choc tangentiel. Si E est l'énergie cinétique initiale du neutron, son énergie cinétique après le choc est, en mécanique classique, donnée par

$$E' = E(\sin^2\theta + \alpha^2 \cos^2\theta) = E[\alpha^2 + (1-\alpha^2)\sin^2\theta], \tag{3}$$

en posant

$$\alpha = \frac{M - m}{M + m}. \tag{4}$$

L'erreur relative sur E', résultant de la formule (3) par rapport à ce que donnerait la mécanique relativiste, est toujours inférieure à $(1-\alpha^2)(E/mc^2)$, c'est-à-dire négligeable même pour les neutrons les plus rapides rencontrés jusqu'ici. Nous ferons donc usage de la formule (3) dans ce qui suit.

D'après cette formule, E', toujours inférieure ou au plus égale à E, varie entre $\alpha^2 E$ (choc central) et E (choc tangent).

La probabilité ϖ pour que l'angle θ soit compris entre zéro et θ est égale à $\sin^2\theta$; on a donc, d'après (3),

$$E' = E[\alpha^2 + (1-\alpha^2)\varpi]. \tag{5}$$

La probabilité $\Delta\varpi$ pour que l'énergie finale E', après un choc d'énergie initiale E, tombe dans le domaine ΔE est donc

$$\Delta\varpi = \frac{1}{1-\alpha^2}\frac{\partial E}{E}, \tag{6}$$

∂E étant la partie du domaine ΔE comprise entre α^2E et E.

Application au premier choc. — L'énergie initiale du neutron étant E_0 et ϖ_1 la probabilité, égale à $\sin^2\theta_1$, pour que l'angle sous lequel se produit le premier choc soit compris entre zéro et θ, on a, par application de (5),

$$E_1 = E_0[\alpha^2 + (1-\alpha^2)\varpi_1]$$

et par (6)

$$P_1 = \Delta_1\varpi = \frac{1}{1-\alpha^2}\frac{\partial E}{E_0}.$$

Il nous sera commode pour la suite de poser

$$C = \frac{E}{E_0} = e^{-x}, \qquad x = L\frac{E_0}{E} \tag{7}$$

et

$$a = L\frac{1}{\alpha^2} = 2L\frac{M+m}{M-m}. \tag{8}$$

On aura

$$P_1 = \frac{\partial C}{1-\alpha^2}. \tag{9}$$

Si nous faisons correspondre aux conditions de choc caractérisées par l'angle θ_1 un point d'abscisse $\sin^2\theta_1$ ou ϖ_1, sur un segment de droite OI de longueur égale à l'unité, l'origine O correspondra au choc central, C y prendra la valeur α^2 et x la valeur a, tandis que l'extrémité I correspondra au choc tangentiel pour lequel C prend la valeur 1 et x la valeur zéro. La probabilité P_1 est égale à la partie du segment OI pour laquelle E_1 tombe dans ΔE.

Les résultats relatifs à P peuvent s'exprimer sous forme différentielle de la manière suivante :

$$\begin{cases} \text{pour} \quad 0 \leq x \leq a, & dP_1 = \dfrac{dC}{1-\alpha^2} = \dfrac{dE}{E_0(1-\alpha^2)}; \\ \text{pour} \quad x > a, & dP_1 = 0. \end{cases} \tag{10}$$

Le coefficient de proportionnalité de dP_1 à dC représente donc ainsi une discontinuité égale à $1/1-\alpha^2$ lorsque x traverse la valeur a, ou lorsque C traverse la valeur α^2 qui correspond pour E à la valeur $\alpha^2 E_0$. Nous verrons que les autres termes P_2, P_3, ... de la somme (2) ne présentent pas de semblables discontinuités.

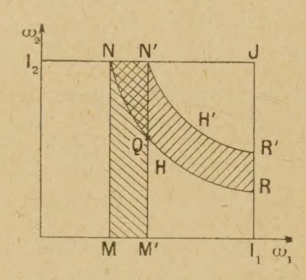
Application au deuxième choc. — Si θ_1 et θ_2 sont les angles sous lesquels se produisent les deux premiers chocs, ϖ_1 et ϖ_2 les probabilités correspondantes, on a, par application de (5),

$$E_1 = E_0[\alpha^2 + (1-\alpha^2)\varpi_1],$$
$$E_2 = E_1[\alpha^2 + (1-\alpha^2)\varpi_2],$$

d'où

$$E_2 = E_0 [\alpha^2 + (1-\alpha^2)\varpi_1][\alpha^2 + (1-\alpha^2)\varpi_2]. \tag{11}$$

Si nous portons ϖ_1 et ϖ_2 sur deux segments rectangulaires égaux à l'unité, OI_1 et OI_2, il correspond à chaque modalité de l'ensemble des deux premiers chocs, caractérisé par θ_1 et θ_2 ou par ϖ_1 et ϖ_2, un point à l'intérieur du carré OI_1I_2J, et, par application du théorème des probabilités composées, la probabilité, pour que ce point représentatif se trouve à l'intérieur d'une portion de la surface de ce carré, est égale à l'aire de cette portion, et l'ensemble de tous les cas possibles correspond à l'aire totale du carré qui est égale à l'unité (voir la figure).



En vertu de l'équation (11), les points représentatifs de tous les systèmes de deux chocs successifs qui aboutissent à une même énergie finale E_2 du neutron sont situés sur l'hyperbole

$$[\alpha^2 + (1-\alpha^2)\varpi_1][\alpha^2 + (1-\alpha^2)\varpi_2] = C = \frac{E_2}{E_0}. \tag{12}$$

Il nous est maintenant facile de déterminer la portion du carré qui correspond aux systèmes de deux chocs pour lesquels l'une au moins des énergies E_1 et E_2 tombe dans le domaine ΔE. Supposons, pour simplifier la figure, que ce domaine comprenne un seul intervalle d'étendue finie dont les limites soient elles-mêmes comprises entre $\alpha^2 E_0$ et E_0. Si OM et OM′ (*figure*) représentent les valeurs de ϖ_1, qui correspondent aux limites inférieure et supérieure de cet intervalle ΔE, les points du carré pour lesquels E_1 tombe dans ΔE sont situés dans la bande rectangulaire MM′NN′, et les points pour lesquels E_2 tombe dans ΔE sont situés dans la bande NN′RR′ comprise entre les deux hyperboles H et H′ dont les équations, de la forme (12), correspondent aux deux valeurs de E_2 égales aux limites inférieure et supérieure de ΔE. On voit facilement, dans ces conditions, que P_1 est égal à l'aire de la bande MM′NN′ et P_2 égal à l'aire N′QRR′, de sorte que la somme $P_1 + P_2$ est représentée par l'aire hachurée totale. Le triangle curviligne NQN′ contient les points représentatifs pour lesquels E_1 et E_2 tombent tous deux dans le domaine ΔE. Remarquons de suite que si ΔE est infiniment petit, l'aire de ce triangle est infiniment petite du second ordre.

On calculera ainsi facilement la somme $P_1 + P_2$ quel que soit le domaine donné ΔE; dans le cas où il se compose d'une seule bande de largeur infiniment

petite dE ou $E_0 dC$, on obtient, pour les éléments dP_1 et dP_2, les résultats suivants :

$$0 \leqq x \leqq a \quad \text{ou} \quad \alpha^2 \leqq C \leqq 1 \quad \begin{cases} dP_1 = \dfrac{1}{1-\alpha^2}\, dC, \\ dP_2 = \dfrac{x}{(1-\alpha^2)^2}\, dC, \end{cases}$$

$$a \leqq x \leqq 2a \quad \text{ou} \quad \alpha^4 \leqq C \leqq \alpha^2 \quad \begin{cases} dP_1 = 0, \\ dP_2 = \dfrac{2a - x}{(1-\alpha^2)^2}\, dC, \end{cases}$$

$$2a \leqq x \quad \text{ou} \quad C < \alpha^4 \quad \begin{cases} dP_1 = 0, \\ dP_2 = 0. \end{cases}$$

Cas d'un nombre quelconque de chocs. — La représentation que nous venons d'utiliser se généralise facilement. A chaque système de n chocs successifs caractérisé par les angles $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_n$ ou les probabilités $\varpi_1, \Pi_2, \ldots, \varpi_n$ égales respectivement à $\sin^2\theta_1, \sin^2\theta_2, \ldots$, correspond un point représentatif de coordonnées $\varpi_1, \varpi_2, \ldots$ à l'intérieur d'un hypercube d'ordre n dont toutes les arêtes, et par conséquent le volume total, sont égaux à l'unité. L'ensemble de tous les points représentatifs, tels que l'une au moins des énergies $E_1, E_2, \ldots$ tombe dans le domaine ΔE, constitue une portion de cet hypercube limitée par des hyperplans, des hypercylindres hyperboliques et des hyperhyperboloïdes dont les équations sont toutes de la forme

$$[\alpha^2 + (1-\alpha^2)\varpi_1][\alpha^2 + (1-\alpha^2)\varpi_2]\ldots[\alpha^2 + (1-\alpha^2)\varpi_p] = C,$$

p variant depuis 1 jusqu'à n quand on passe des hyperplans aux hyperhyperboloïdes. La probabilité cherchée P est égale au volume de cette portion de l'hypercube, et par conséquent égale au maximum à l'unité.

J'ai pu effectuer complètement les calculs lorsque le domaine ΔE se compose d'un seul intervalle infiniment petit de largeur dE égale à $E_0 dC$. Les résultats sont les suivants : il faut tout d'abord situer l'intervalle donné dE, compris entre E et $E + dE$, par rapport aux termes d'une progression géométrique décroissante qui représentent les énergies successives du neutron lorsque tous les chocs sont centraux,

$$(13) \qquad E_0, \quad \alpha^2 E_0, \quad \alpha^4 E_0, \quad \ldots, \quad \alpha^{2i} E_0, \quad \ldots,$$

ou, ce qui revient au même, situer x, égal à $L(E_0/E)$, par rapport aux termes de la progression arithmétique

$$0, \quad a, \quad 2a, \quad \ldots, \quad ia, \quad \ldots.$$

On détermine ainsi un entier i tel que :

$$ia \leqq L\frac{E_0}{E} \leqq (i+1)a.$$

Si l'on pose ensuite

(14) $$y=\frac{x}{1-\alpha^2}=\frac{1}{1-\alpha^2}\mathrm{L}\frac{\mathrm{E}_0}{\mathrm{E}},\qquad \varepsilon=\frac{a}{1-\alpha^2},$$

(15) $$\varphi_k(y)=\frac{1}{k!}\frac{d}{dy}(y^k e^y),$$

k étant un entier, on a pour la probabilité cherchée $d\mathrm{P}$,

(16) $$d\mathrm{P}=\frac{d\mathrm{E}}{\mathrm{E}_0(1-\alpha^2)}\sum_{k=0}^{i}(-1)^k\varphi_k(y-k\varepsilon).$$

Le coefficient de proportionnalité de $d\mathrm{P}$ à $d\mathrm{E}$ ne présente une discontinuité, égale à $1/\mathrm{E}_0(1-\alpha^2)$, que lorsque E traverse la valeur $\alpha^2\mathrm{E}_0$, c'est-à-dire lorsque x traverse la valeur $\mathrm{L}(1/\alpha^2)$, ou y la valeur $(1/1-\alpha^2)\,\mathrm{L}(1/\alpha^2)$; cette discontinuité provient du seul terme $d\mathrm{P}_1$. Lorsque la masse M du noyau est égale à celle du neutron (cas du proton), α est nul, la série (13) ne présente plus qu'un seul intervalle entre E_0 et o, i est par conséquent toujours égal à zéro, et la seule fonction φ à envisager est

$$\varphi_0(y)=e^y=\frac{\mathrm{E}_0}{\mathrm{E}},$$

en tenant compte de (15) et (14).

Le résultat (16) prend alors la forme simple

$$d\mathrm{P}=\frac{d\mathrm{E}}{\mathrm{E}}.$$

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la fermentation du jus de Topinambour.* Note de MM. **Henri Colin** et **Henri Belval.**

Le jus vert de Topinambour, exprimé en octobre, ne fermente que partiellement sous l'action des levures ordinaires; il renferme une forte proportion d'inuline et polarise à gauche ($[\alpha]_D$ —20°).

Durant les semaines qui suivent, la rotation polarimétrique augmente peu à peu et devient positive ($[\alpha]_D$ +10°). Corrélativement, le pouvoir rotatoire après hydrolyse s'élève de —75° à —55°. Au cours de ces transformations, signalées pour la première fois par Dubrunfaut (1867), la richesse en saccharine ne subit aucune diminution et le pourcentage du réducteur augmente à peine. Le jus de Topinambour fermente alors avec facilité; en 8 ou 9 heures, à pH 4,5 et à 32°, avec $0^g,5$ de levure pressée prise chez le boulanger, les deux tiers des glucides sont transformés. A partir de ce moment le phénomène se ralentit, le sucre réducteur, jusqu'alors abondant, tombe à rien, et c'est lentement que s'achève l'opération.

Dans ses *Études sur le Topinambour*, publiées en 1884, Müntz rapporte à un sucre spécial, le *synanthrose*, issu de la transformation de l'inuline, la plus

grande partie du stock glucidique des tubercules, tout ce qui fermente facilement, le reste, un dixième environ, étant de l'inuline. Tanret a montré (1893) que ce soi-disant sucre, incristallisable, non réducteur, optiquement neutre, comme la lévuline de Ville et Joulie, n'était qu'un mélange, en proportions variables, de saccharose et de synanthrine, l'une des quatre fructosanes découvertes par lui, à côté de l'inuline, dans le jus de Topinambour.

Or la synanthrine, à l'état pur, n'est qu'assez lentement hydrolysée par les extraits de levure; l'hélianthénine se montre plus résistante encore et la saccharification diastasique des deux autres fructosanes, l'inulénine et la pseudo-inuline, est presque aussi difficile que celle de l'inuline elle-même.

Pour que la fermentation évolue si rapidement dans le jus vert de Topinambour, il faut donc que la levure y trouve des adjuvants. On s'en douterait rien qu'à voir la vitesse avec laquelle les fructosanes y sont saccharifiées en présence d'autolysat de levure. En 4 ou 5 jours, à la température de 32° et à pH 5, l'hydrolyse est complète, alors qu'elle n'en est qu'aux deux tiers dans le jus bouilli additionné d'autolysat, et à mi-chemin seulement dans le jus tel quel, peu doué du point de vue diastasique. L'expérience est à la portée de tous, nous l'avons répété cent fois. L'augmentation du sucre réducteur et la diminution du pouvoir rotatoire permettent de suivre facilement la marche de l'hydrolyse; rapide au début, tant qu'elle porte sur le saccharose principalement, elle se ralentit lorsque les fructosanes sont seules en cause, surtout vers la fin où il ne reste plus que de l'inuline. Dans l'opération dont voici les résultats, le milieu avait une richesse glucidique de 9 %, le liquide fermentaire était un autolysat antiseptique (toluène) de levure de boulangerie. Le tableau suivant fait voir les variations, avec le temps, du pouvoir rotatoire direct $[\alpha_1]$, du pouvoir réducteur R, et du rapport R/T du sucre réducteur formé à la totalité des glucides.

	Jus vert tel quel.			Jus vert + Autolysat.			Jus bouilli + Autolysat.		
Temps.	$[\alpha_1]$.	R.	R/T.	$[\alpha_1]$.	R.	R/T.	$[\alpha_1]$.	R.	R/T.
0	+ 8	0,1		+ 8	0,1		+ 8	0,1	
1 jour.......	— 3	1,2	0,13	—34	5,3	0,56	—22	3,4	0,36
3 jours......	—14	2,5	0,26	—47	7,4	0,78	—29	4,8	0,51
5 »	—31	5,2	0,55	—60	9,4	0,99	—42	6,4	0,68
8 »	—38	6,0	0,63	—62	9,4	0,99	—42	6,4	0,68
10 »	—41	6,4	0,67				—45	6,7	0,70
22 »	—49	7,6	0,80				—51	8,4	0,88
32 »	—54	8,6	0,91				—63	9,5	1,00

Il n'est pas difficile, d'après cela, de deviner ce que sera l'allure de la fermentation dans le jus additionné d'autolysat. L'inversion rapide du saccharose mettra la levure en présence d'une plus grande quantité de réducteur, d'où retard probable au début, compensé, et au delà, dans la suite, lorsqu'il n'y a plus dans le milieu que les fructosanes. De fait, au bout de 24 heures,

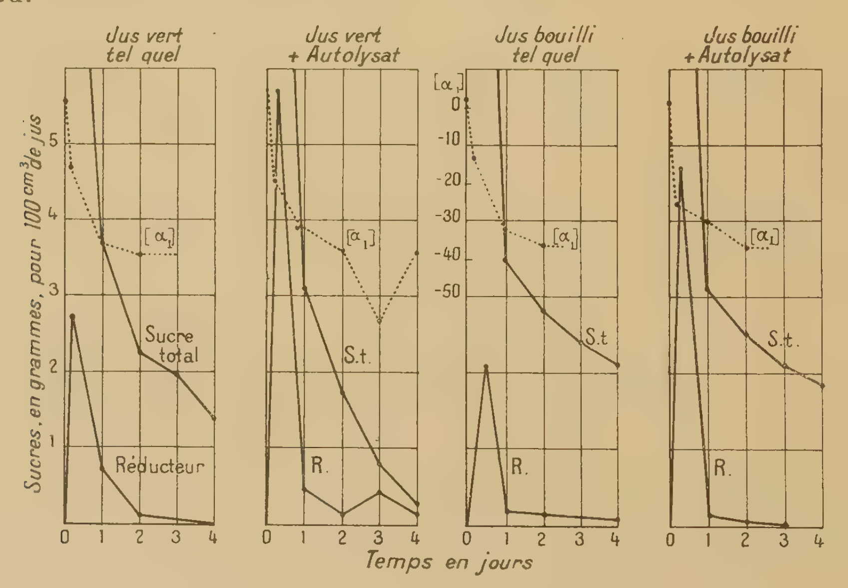
90 % des glucides ont disparu, au lieu de 80 % précédemment; dans un cas comme dans l'autre le pouvoir rotatoire direct $|\alpha_1|$ tend à se rapprocher de celui de l'inuline.

Inutile de dire que la fermentation est plus lente, surtout vers la fin, dans le jus porté à 100°, ou seulement à 70°-75° comme dans la diffusion industrielle. La saccharification préalable s'impose alors; cependant les milieux chauffés peuvent être rendus plus aptes à la fermentation directe par addition de jus vert et d'autolysat de levure, de ce dernier surtout.

Pour explorer plus facilement la dernière étape de la fermentation nous avons enrichi artificiellement le milieu en inuline, à raison de 2g % d'inuline de Dahlia préalablement dissoute dans l'eau bouillante. Après 4 jours de fermentation, on en retrouve

0g,3	dans le jus vert	+ autolysat (10 %)
1,4	»	vert
1,8	»	bouilli + autolysat (10 %)
2,1	»	bouilli

Les graphiques ci-dessous traduisent l'allure de la fermentation suivant le milieu.



Ainsi donc la majeure partie des glucides du tubercule de Topinambour fermente directement sous l'action des levures ordinaires de boulangerie dès que le suc est devenu dextrogyre, vers la mi-janvier, le plus souvent, pour les plantes laissées en terre; le reste, formé d'inuline surtout, n'est pas si facilement mis en œuvre; cela dépend des races de levures (1), mais il

(1) Féron, *Hydrolyse diastasique des fructopolyosides* (*Thèse de l'Université de Paris*, série A, n° 348, 1936, p. 23).

fermente néanmoins, sans hydrolyse préalable, comme Müntz l'avait bien remarqué, plus vite dans le jus vert que dans le jus chauffé, mieux encore si le milieu est additionné d'autolysat de levure.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur les propriétés de la neurotoxine sécrétée par le bacille de la fièvre typhoïde.* Note de M. **Hyacinthe Vincent.**

J'ai montré (¹) que la pathogénie des manifestations morbides dominantes déterminées, chez l'homme, par le bacille de la fièvre typhoïde, est plus complexe qu'il ne l'a été signalé jusqu'ici, et que ce microbe sécrète, en particulier, chez les malades et, dans certaines conditions de culture *in vivo* chez l'animal, une toxine non décrite jusqu'ici, d'une labilité très grande et, cependant, d'une activité puissante.

Cette toxine a la propriété de se fixer électivement sur les neurones centraux et de donner lieu aux symptômes nerveux qui caractérisent cette maladie (prostration, hébétude, ataxo-adynamie, délire etc.; parfois et ultérieurement, troubles cérébraux prolongés).

Les nombreux auteurs qui ont entrepris la recherche des poisons solubles élaborés par le bacille de la fièvre typhoïde ont eu recours à des méthodes qui, dans le cas où la neurotoxine était présente, ne pouvaient qu'en déterminer la destruction en raison de sa très grande fragilité.

Dans les conditions expérimentales favorables, et lorsque ce dernier principe toxique ne se trouve pas associé à la toxine entérotrope, son inoculation dans le péritoine du cobaye, du lapin et de la souris blanche provoque, à faibles doses, l'apparition de symptômes identiques de torpeur absolue suivie de mort rapide, tels qu'on les observe chez l'homme. L'autopsie ne montre aucune congestion ni aucune lésion de l'intestin, du foie ou des capsules surrénales.

Abandonnée en présence de l'air, à la température du laboratoire, la neurotoxine commence à perdre son pouvoir peu de temps après la première heure, parfois même un peu avant ce délai. L'action neutralisante qu'exerce sur elle l'oxygène de l'air est vérifiée par ce fait que si l'on fait barboter dans la culture centrifugée ou filtrée, un courant d'oxygène, sa toxicité est entièrement abolie en 30 ou 60 secondes. La toxine neurotrope est donc *oxydolabile*. Mais, conservée dans le vide aussitôt après sa récolte, elle perd spontanément son pouvoir pathogène après quatre ou cinq heures. Elle est donc également *autolabile*.

L'addition à la même toxine d'un corps réducteur, tel que l'un des trois diphénols isomères, pyrocatéchine, résorcine, hydroquinone, prolonge pendant quelques heures la durée de son activité. Toutefois ces corps, même l'hydroquinone, ont par eux-mêmes, sur le système nerveux, une action

(¹) *Comptes rendus*, **214**, 1942, p. 400.

toxique qui ne permet pas de dissocier avec certitude leurs effets propres de ceux qui appartiennent à la toxine oxydolabile. La même remarque s'applique à l'acide pyrogallique etc.

La neurotoxine typhoïdique affecte la même sensibilité à l'action de la chaleur. Elle est détruite, en effet, à la température de 58°. Elle est donc *thermolabile*, tandis que, d'après mes constatations, la toxine entérotrope résiste à cette température et ne perd son pouvoir spécial qu'à 85°. Cette particularité permet de la séparer de la précédente dans les milieux où elles existent simultanément.

Il y a lieu de faire remarquer que les races de bacille typhique qui possèdent ou qui ont acquis la propriété de sécréter *in vivo*, dans l'abdomen du cobaye, la toxine hyperlabile à polarité nerveuse cérébrospinale, perdent assez rapidement ce pouvoir lorsqu'on les transfère, *in vitro* et à l'étuve à 38°, en culture en milieu liquide ou solide, à l'air ou dans le vide. Après plusieurs passages, elles ne récupèrent pas toujours leur caractère neurotrope, au moins dans sa totalité ou son exclusivité initiale, lorsqu'on les reporte de nouveau, en sac, dans l'abdomen du cobaye ([2]). L'indépendance réciproque des deux toxines se trouve confirmée, s'il en était besoin, par le résultat de l'expérience suivante.

En vue de l'immuniser contre la toxine entérotrope, on injecte successivement sous la peau d'un cobaye de 300^{g} à 350^{g}, et à 8 jours d'intervalle, des doses progressives de cette même toxine, $0^{cm^3},10$, $0^{cm^3},25$, $0^{cm^3},75$, 1^{cm^3}, après avoir vérifié son activité. Quinze jours après la dernière injection vaccinante, on inocule dans le péritoine du même cobaye 1^{cm^3} ou $1^{cm^3},5$ de toxine neurotrope, en même temps qu'à un cobaye neuf témoin, de même poids. Les deux animaux présentent, dans les délais habituels, les symptômes de torpeur et succombent. A leur autopsie, on ne constate pas de congestion de l'intestin.

La disparité fondamentale des deux toxines élaborées par le bacille d'Eberth ainsi que l'individualité propre de chacune d'elles permettent, en conséquence, d'interpréter l'existence des symptômes cardinaux qui caractérisent la fièvre typhoïde : la stupeur d'une part, et d'autre part l'entérite, la diarrhée, les lésions des plaques de Peyer etc. Chacun de ces groupes de symptômes entièrement distincts est dû à un élément toxique propre. Leurs effets s'associent, le plus souvent, mais non toujours, chez le même malade, les formes à détermination exclusivement nerveuse comportant, d'habitude, le pronostic le plus grave.

Chez l'homme, l'indice de toxicité du bacille typhique dépend essentiel-

---

([2]) Par la méthode que j'ai proposée, de l'inoculation intrapéritonéale du bacille typhique à laquelle on associe l'injection de solution hypertonique de NaCl à 10 % (injecter 1^{cm^3} pour 100^{g} du poids de l'animal), le bacille acquiert un fort pouvoir infectieux et manifeste en même temps un double pouvoir toxigène; mais, en ces cas, la toxine entérotrope prédomine le plus souvent sur la toxine neurotrope. L'animal présente à la fois des symptômes d'entérite aiguë et de torpeur marquée. Ce mode d'inoculation permet la multiplication du bacille en proportion extrêmement abondante.

lement de la race infectante, mais ses effets sont plus ou moins subordonnés à la résistance innée ou acquise des malades, variable pour chacun d'eux. Sécrétée à un stade particulier de la vie pathogène du microbe infectant, la toxine neurotrope a la propriété de se fixer électivement sur les lipides ou sur les éléments protéiniques des cellules cérébrales et, parfois, des cellules spinales.

Dans les milieux de culture du laboratoire, le bacille ensemencé se multiplie très rapidement et sans obstacle; il trouble le bouillon en quelques heures. Vivant dans ces conditions optima de végétation, il n'a pas à mettre en œuvre sa toxicité offensive et défensive. C'est pourquoi, en vue d'obtenir la production expérimentale de neurotoxine, il est nécessaire de le cultiver dans des conditions qui se rapprochent de la vie pathogène. Encore est-il que ces conditions nécessaires ne sont pas toujours suffisantes, toutes les races du bacille et tous les animaux utilisés ne se prêtant pas uniformément à cette adaptation expérimentale.

M. **Lucien Cayeux** fait hommage à l'Académie, de la part des Services de la Carte géologique de la France, du tome II d'une étude qui a pour titre *Les Phosphates de chaux sédimentaires de France* (*France métropolitaine et d'Outre-Mer*), p. 351-657, pl. XVI-XXXIII. Ce volume est presque entièrement consacré à l'analyse des phosphates de Tunisie et d'Algérie, dont la caractéristique, à une petite exception près, est de procéder de vases à Diatomées typiques de haute mer, renfermant toujours quelques Radiolaires et de nombreux représentants d'un microplankton extrêmement varié. A la petite exception correspondent les phosphates de Boghari (département d'Alger), très riches en Globigérines et dépourvues de Diatomées.

M. **Auguste Chevalier** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de publier sous le titre *Contribution à l'étude de la Flore de Normandie*.

COMMISSIONS.

Le scrutin pour la nomination des membres élus des Commissions de prix de 1942, ouvert en la séance du 9 mars, est clos en celle du 16 mars.

40 cahiers de vote ont été déposés.

Après le dépouillement du scrutin, les Commissions sont composées comme suit :

I. Mathématiques : *Prix Poncelet, Francœur.* — MM. J. Hadamard, É. Borel, J. Drach, É. Jouguet, É. Cartan, H. Villat, G. Julia, P. Montel, N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. L. de Broglie, J. Chazy.

II. Mécanique : *Prix Montyon, Fourneyron, Boileau, Henri de Parville.* — MM. É. Borel, J. Drach, É. Jouguet, A. de Gramont, É. Cartan, H. Villat, A. Caquot, N..., N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. G. Julia, P. Montel.

III. Astronomie : *Prix Lalande, Valz, J.-C. Janssen.* — MM. H. Deslandres, A. Cotton, G. Perrier, C. Fabry, E. Esclangon, C. Maurain, G. Fayet, J. Chazy, B. Lyot.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. R. Bourgeois, L. de Broglie.

IV. Géographie : *Prix Delalande-Guérineau, Gay, fondation Tchihatchef, prix Binoux, Aimé Laussedat.* — MM. A. Lacroix, R. Bourgeois, G. Perrier, C. Maurain, L. Lapicque, J. Tilho, G. Durand-Viel, É.-G. Barrillon, N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. A. Chevalier, E. de Margerie.

V. Navigation : *Prix Plumey.* — MM. R. Bourgeois, É. Borel, M. de Broglie, G. Perrier, C. Fabry, J. Drach, É. Jouguet, H. Villat, J. Tilho, A. Caquot, G. Durand-Viel, É.-G. Barrillon, N..., N..., N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. L. de Broglie, P. Langevin.

VI. Physique : *Prix L. La Caze, Kastner-Boursault, François Hébert, Hughes, Paul Marguerite de La Charlonie, fondations Clément Félix, Pierre Lafitte, Général Ferrié.* — MM. M. Brillouin, J. Perrin, A. Cotton, M. de Broglie, C. Fabry, C. Maurain, A. de Gramont, L. de Broglie, P. Langevin, C. Mauguin, C. Gutton, N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. G. Julia, G. Fayet.

VII. Chimie : *Prix Montyon des Arts insalubres, Jecker, L. La Caze, fondation Cahours, prix Houzeau, fondation Charles-Adam Girard.* — MM. A. Lacroix, G. Bertrand, M. Delépine, R. Fosse, R. Lespieau, M. Javillier, P. Lebeau, M. Tiffeneau, N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. L. Guillet, C. Fabry.

VII. Minéralogie et Géologie : *Prix Cuvier, fondation Edmond Hébert, prix André-C. Bonnet.* — MM. A. Lacroix, A. Cotton, L. Cayeux, C. Jacob, C. Pérez, C. Mauguin, F. Grandjean, E. de Margerie, N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. C. Fabry, J. Tilho.

IX. Physique du Globe : *Prix Victor Raulin.* — MM. H. Deslandres, A. Lacroix, R. Bourgeois, C. Maurain, G. Perrier, E. Esclangon, E. de Margerie.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. C. Fabry, B. Lyot.

X. Botanique : *Prix Desmazières, Montagne, de Coincy.* — MM. L. Bouvier, A. Lacroix, P.-A. Dangeard, G. Bertrand, M. Molliard, L. Blaringhem, A. Guilliermond, A. Chevalier, H. Colin.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. E. Leclainche, C. Pérez.

XI. Économie rurale : *Prix Nicolas Zvorikine, Lac.* — MM. E. Leclainche, G. Bertrand, M. Molliard, L. Blaringhem, L. Lapicque, R. Fosse, É. Schribaux, G. Moussu, M. Javillier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. M. Caullery, É. Roubaud.

XII. Anatomie et Zoologie : *Prix Da Gama Machado, fondation Savigny, prix Jean Thore.* — MM. L. Bouvier, A. Lacroix, H. Vincent, M. Caullery, L. Cuénot, C. Pérez, É. Roubaud, P. Wintrebert, N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. G. Bertrand, M. Molliard.

XIII. Anthropologie : *Prix André-C. Bonnet.* — MM. H. Vincent, M. Caullery, L. Blaringhem, L. Lapicque, A. Gosset, J.-L. Faure, C. Pérez.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. C. Achard, E. de Margerie.

XIV. Médecine et Chirurgie : *Prix Montyon, Barbier, Bréant, Godard, Mège. Bellion, Larrey, Alfred Dutens, fonds Charles Bouchard, prix Jean Dagnan-Bouveret.* — MM. A. Lacroix, E. Leclainche, H. Vincent, C. Achard, L. Lapicque, A. Gosset, J.-L. Faure, C. Pérez, P. Portier, E. Sergent, N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. É. Roubaud, J. Jolly.

XV. Cancer et Tuberculose : *Fondation Roy-Vaucouloux, prix Louise Darracq, Eugène et Amélie Dupuis.* — MM. H. Vincent, M. Caullery, C. Achard, L. Lapicque, A. Gosset, J.-L. Faure, E. Sergent.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. C. Pérez, J. Jolly.

XVI. Physiologie : *Prix Montyon, L. La Caze, Pourat, Martin-Damourette.* — MM. H. Vincent, M. Molliard, M. Caullery, L. Lapicque, C. Pérez, P. Portier, J. Jolly.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. M. Javillier, M. Tiffeneau.

XVII. Statistique : *Prix Montyon.* — MM. É. Borel, C. Fabry, L. Blaringhem, J. Drach, C. Maurain, É. Cartan, P. Montel.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. H. Villat, G. Julia.

XVIII. Histoire et philosophie des sciences : *Prix Binoux.* — MM. L. Bouvier, É. Borel, M. Caullery, H. Villat, L. de Broglie, C. Pérez, P. Montel.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. G. Bertrand, G. Julia.

XIX. Ouvrages de sciences : *Prix Henri de Parville.* — MM. E. Esclangon, G. Bertrand, A. Lacroix, L. de Broglie, et trois membres élus : MM. É. Borel, M. Caullery, M. de Broglie.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. C. Fabry, É. Schribaux, A. de Gramont.

XX. *Médailles Arago, Lavoisier, Berthelot, Henri Poincaré.* — MM. E. Esclangon, G. Bertrand, A. Lacroix, L. de Broglie.

XXI. *Prix Gustave Roux, Thorlet, fondations Trémont, Gegner, Hirn, Henri Becquerel, Mme Victor Noury, Charles Frémont, Giffard, Lannelongue, Barbier-Muret, Cassé-Fleury, Gibou, Alexandre Darracq, Girbal-Baral, Leroy-Drouault, Octave Mirbeau.* — MM. E. Esclangon, G. Bertrand, A. Lacroix, L. de Broglie. R. Bourgeois, L. Bouvier.

XXII. *Prix fondé par l'État* (Grand prix des sciences mathématiques). — MM. J. Hadamard, R. Bourgeois, É. Borel, G. Perrier, J. Drach, É. Cartan, G. Julia.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. H. Villat, P. Montel.

XXIII. *Prix Alhumbert* (Sciences mathématiques). — MM. A. Cotton, G. Perrier, C. Fabry, C. Maurain, A. de Gramont, É. Cartan, G. Julia.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. L. de Broglie, P. Montel.

XXIV. *Prix Bordin* (Sciences physiques). — MM. L. Bouvier, A. Lacroix, P.-A. Dangeard, H. Vincent, M. Molliard, M. Caullery, C. Pérez.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. L. Blaringhem, A. Gosset.

XXV. *Prix Lallemand.* — MM. L. Bouvier, H. Vincent, M. Caullery, L. Lapicque, A. Gosset, C. Pérez, P. Portier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. P. Wintrebert, J. Jolly.

XXVI. *Prix Vaillant* (Sciences physiques). — MM. L. Bouvier, A. Lacroix, P.-A. Dangeard, M. Molliard, M. Caullery, M. Delépine, R. Fosse.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. L. Lapicque, C. Pérez.

XXVII. *Prix Le Conte.* — MM. E. Esclangon, G. Bertrand, A. Lacroix, L. de Broglie, et sept membres qui seront élus ultérieurement.

XXVIII. *Prix Houllevigue* (Sciences mathématiques). — MM. H. Deslandres, É. Borel, M. Brillouin, G. Perrier, É. Cartan, H. Villat, G. Julia.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. A. Cotton, P. Montel.

XXIX. *Prix Parkin.* — MM. H. Vincent, G. Bertrand, C. Achard, M. Caullery, L. Lapicque, A. Gosset, M. Tiffeneau.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. M. Delépine, P. Portier.

XXX. *Prix Saintour* (Sciences physiques). — MM. L. Bouvier, A. Lacroix, P.-A. Dangeard, H. Vincent, M. Molliard, M. Caullery, C. Pérez.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. H. Colin, É. Roubaud.

XXXI. *Prix Jules Mahyer* (Sciences mathématiques). — MM. H. Deslandres, É. Borel, G. Perrier, C. Maurain, H. Villat, G. Julia, P. Montel.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. A. Cotton, É. Cartan.

XXXII. *Prix Lonchampt, Jules Wolff.* — MM. A. Lacroix, E. Leclainche, G. Bertrand, M. Caullery, M. Delépine, G. Moussu, M. Javillier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. C. Pérez, É. Roubaud.

XXXIII. *Prix Henry Wilde.* — MM. H. Deslandres, A. Lacroix, É. Borel, G. Bertrand, J. Perrin, E. Esclangon, A. de Gramont.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. C. Fabry, C. Jacob.

XXXIV. *Prix Caméré.* — MM. G. Claude, L. Guillet, J. Drach, É. Jouguet, H. Villat, A. Caquot, É.-G. Barrillon.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. R. Bourgeois, G. Charpy.

XXXV. *Prix Albert Ier de Monaco.* — MM. E. Esclangon, G. Bertrand, A. Lacroix, L. de Broglie, et sept membres qui seront élus ultérieurement.

XXXVI. *Prix Marquet* (Sciences mathématiques). — MM. H. Deslandres, É. Borel, A. Cotton, A. de Gramont, É. Cartan, H. Villat, G. Julia.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. G. Perrier, J. Drach.

XXXVII. *Prix Général Muteau* (Sciences mathématiques). — MM. R. Bourgeois, É. Borel, G. Perrier, C. Fabry, G. Julia, A. Caquot, G. Durand-Viel.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. G. Claude, J. Tilho.

XXXVIII. *Prix Alexandre Darracq.* — MM. G. Claude, M. Delépine, É. Jouguet, A. Caquot, G. Durand-Viel, R. Esnault-Pelterie, É.-G. Barrillon.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. G. Bertrand, H. Villat.

XXXIX. *Prix Laura Mounier de Saridakis.* — MM. H. Vincent, G. Bertrand, C. Achard, A. Gosset, C. Pérez, P. Portier, M. Javillier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. M. Caullery, M. Tiffeneau.

XL. *Fondation Jérôme Ponti* (Sciences mathématiques). — MM. R. Bourgeois, É. Borel, C. Fabry, C. Maurain, A. de Gramont, H. Villat, G. Julia.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. J. Perrin, A. Cotton.

XLI. *Fondation Millet-Ronssin.* — MM. A. Lacroix; L. Cayeux, C. Jacob; P.-A. Dangeard, A. Guilliermond; C. Pérez, É. Roubaud.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. C. Mauguin, M. Molliard, L. Bouvier.

XLII. *Fondations Villemot, Carrière* (Recherches scientifiques). — MM. E. Esclangon, G. Bertrand; A. Lacroix, L. de Broglie, et douze membres qui seront élus ultérieurement.

XLIII. *Prix Hélène Helbronner-Fould.* — MM. E. Esclangon, G. Bertrand; A. Lacroix, L. de Broglie; M. de Broglie, A. de Gramont, L. Martin, C. Gutton, J. Duclaux, G. Roussy, J. Jolly, N..., N..., N....

CORRESPONDANCE.

M. **Constantin Popovici**, au nom de la **Faculté des Sciences et de l'Observatoire de Bucarest**, exprime des condoléances à l'occasion de la mort de M. *Émile Picard* et signale qu'une cérémonie a eu lieu en sa mémoire à la *Société roumaine des Sciences*, *Section de Mathématiques* de Bucarest, le 9 février.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Jean Trochain. *Contribution à l'étude de la Végétation du Sénégal* (Publication des *Mémoires de l'Institut français d'Afrique noire*, vol. 2) (présenté par M. Auguste Chevalier).

HYDRAULIQUE. — *Remarque sur les chambres d'équilibre à étranglement.* Note (¹) de M. **Léopold Escande**, transmise par M. Charles Camichel.

Les manœuvres instantanées d'arrêt du débit provoquant les plus fortes montées du plan d'eau, à l'intérieur des chambres d'équilibre, il est d'usage de baser le calcul des chambres d'équilibre sur la considération de ces manœuvres. Il arrive toutefois que les déchargeurs des turbines aient une durée d'action $\mathfrak{T}$, assez grande vis-à-vis de la période d'oscillation T, pour qu'il y ait avantage à en tenir compte; une solution prudente consiste, généralement, dans ce cas, à supposer que certains déchargeurs peuvent ne pas fonctionner. Dans la présente Note, nous nous proposons de montrer que, dans le cas d'une chambre à étranglement, cette dernière hypothèse ne correspond pas toujours à des conditions de fonctionnement plus rigoureuses : elle peut conduire, en effet, à une évaluation de la cote maxima z_m du plan d'eau, inférieure à celle (z''_m) à laquelle aboutit le fonctionnement normal simultané de tous les déchargeurs.

L'installation dont l'étude nous a fait faire cette remarque comprend deux groupes, d'égal débit; les pertes de charge, pour le débit maximum Q_0, sont égales à $p_0 = 0,16$, dans le canal d'amenée, et $r_0 = 0,76$, dans l'étranglement, en valeurs relatives; le fonctionnement des déchargeurs a une durée relative

$$\theta = \frac{\mathfrak{T}}{T} = 0,5.$$

Les méthodes classiques de calcul fournissent alors, pour la cote relative z_m du niveau maximum atteint par l'eau, dans la chambre d'équilibre, à la suite de l'arrêt total du débit Q_0 :

$z'_m = 0,60$, pour une fermeture instantanée;

$z''_m = 0,514$, pour une fermeture linéaire de durée $\theta = 0,5$.

La comparaison de ces deux chiffres montre que la mise en compte de la durée d'action des déchargeurs, en supposant qu'elle corresponde à une loi de fermeture linéaire, réduit sensiblement la cote relative maxima atteinte par le plan d'eau au-dessus du niveau statique.

Supposons maintenant qu'un seul déchargeur fonctionne; la loi de variation du débit Q, en fonction du temps, devient

$$u = \frac{Q}{Q_0} = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{t}{\mathfrak{T}}\right) = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{t'}{T}\right), \qquad \text{avec} \quad t' = \frac{t}{T}.$$

L'équation différentielle de la montée s'écrit

$$v\frac{dv}{dz} + \frac{1}{2\pi}\frac{du}{dt'} + z + p + r = 0,$$

(¹) Séance du 2 mars 1942.

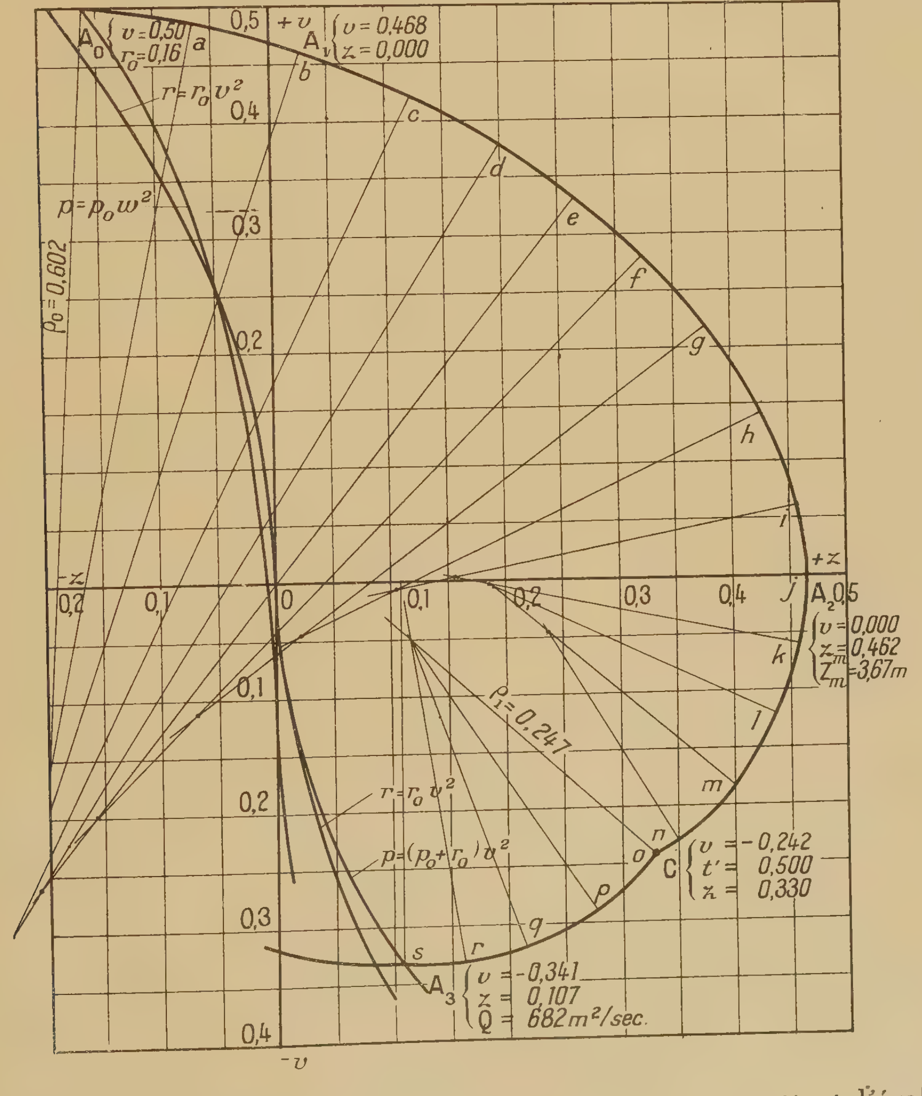
avec

$$w = v + \frac{1}{2} - \frac{t'}{2\theta},$$

v désignant la vitesse ascensionnelle du niveau de cote z;

w la vitesse dans le canal d'amenée;

$p = p_0 w^2$ et $r = r_0 v^2$ les pertes de charge dans le canal d'amenée et dans l'étranglement, à l'instant considéré t', toutes ces quantités étant exprimées en grandeurs relatives.



Les conditions initiales ($z = -p_0$, $v = 1/2$) pour $t' = 0$ permettent d'évaluer la pente de la tangente

$$\frac{dv}{dz} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\pi\theta} - r_0\right) = -0,0617,$$

la dérivée seconde

$$\frac{d^2 v}{dz^2} = -\frac{1}{2}\left(r_0 - \frac{1}{\pi\theta}\right)^2 - 2(1 - p_0 r_0) + r_0\left(r_0 - \frac{1}{\pi\theta}\right) = 1,67,$$

et le rayon de courbure

$$\rho = 0,602,$$

au point de départ de la courbe (v, z) dont la figure représente la construction qui s'inspire de la méthode classique applicable aux fermetures linéaires.

L'intersection de cette courbe avec l'axe Oz fournit la cote relative maxima z_m atteinte par l'eau à la fin de la première montée,

$$z_m = 0,462.$$

En comparant cette valeur à z''_m, on voit que le niveau s'élève moins haut, dans la chambre, si l'un des deux déchargeurs ne fonctionne pas, que si les deux appareils marchent simultanément. Ce résultat, surprenant *a priori*, s'explique par la mise en action plus rapide du freinage dû à l'étranglement, dans le premier cas; il est du même ordre que celui que l'on obtient, parfois, dans la comparaison des fermetures complètes effectuées à partir du débit maximum, ou seulement d'une fraction de celui-ci.

ASTRONOMIE. — *Sur une propriété des orbites planétaires.* Note de M. **Fernand Prunier**, présentée par M. Ernest Esclangon.

L'*Annuaire du Bureau des Longitudes* donne comme rapports a entre les distances moyennes au Soleil des planètes d'une part, et de la Terre d'autre part, les nombres

0,387; 0,7233; 1; 1,5236; 5,2025; 9,5547; 19,218; 30,109.

Pour les rapports m des masses des planètes à la masse de la Terre, il donne

0,056; 0,817; 1; 0,108; 318,36; 95,22; 14,58; 17,26.

Enfin il permet de calculer les expressions $e/e_1 \cos^2 i$, e désignant l'excentricité de l'orbite d'une planète quelconque, e_1 celle de l'orbite terrestre, et i l'angle de l'orbite de la planète avec l'écliptique. Ces nombres ont pour valeurs

12,472; 0,408; 1; 5,571; 2,885; 3,339; 2,768; 0,5382.

Considérons d'abord les quatre planètes les plus rapprochées du Soleil et définissons pour chacune d'elles un nombre n tel que

$$ma = n^2 \frac{e}{e_1 \cos^2 i},$$

en prenant d'ailleurs comme unités les éléments de Mercure, pour éviter de trop nombreuses décimales. Nous trouvons pour n^2 respectivement les valeurs

1; 835; 575,5; 16,9.

Faisons les mêmes opérations avec la Terre encore et les trois planètes Jupiter, Uranus, Neptune, en gardant comme unités les éléments de la Terre, plus commodes cette fois. Nous trouvons pour n^2

1; 575; 101,2; 965,4.

Ces nombres ont quelque chose d'assez remarquable : ils sont très près d'être des carrés de nombres entiers. Les carrés parfaits les plus proches de leur valeur sont en effet

1; $16 = 4^2$; $100 = 10^2$; $576 = 24^2$; $841 = 29^2$ et $961 = 31^2$.

Si les orbites étaient d'égale excentricité, en particulier si elles étaient circulaires et situées dans le plan moyen du système, qui est sensiblement celui de l'écliptique, la loi ainsi vérifiée donnerait, de façon très approchée, $ma = n^2$, n étant un nombre entier.

Or l'étude des trajectoires possibles de l'électron dans l'atome conduit à admettre que seules sont stables les trajectoires pour lesquelles l'énergie de l'électron de masse m est de la forme $\mathrm{A}m/n^2$, n étant un entier quelconque, et A une certaine constante ne dépendant pas de m. L'énergie étant, sur ces trajectoires supposées circulaires pour simplifier, inversement proportionnelle à la distance a au centre, les rayons ont les valeurs $a = \mathrm{B}n^2/m$. B étant une autre constante ne dépendant pas de m. Si l'on extrapole cette relation pour deux corpuscules de masses m_1 et m_2 différentes, suivant des trajectoires de rayons a_1 et a_2, on voit que

$$\frac{m_2 a_2}{m_1 a_1} = \frac{n_2^2}{n_1^2},$$

et, si l'on a pris comme unités m_1 et a_1 caractérisant le corpuscule décrivant la trajectoire $n_1 = 1$, que $m_2 a_2 = n_2^2$.

On aboutit donc à la même relation que plus haut. Or l'approximation avec laquelle est vérifiée la relation trouvée pour les planètes n'est pas très inférieure, relativement parlant, à celle qui est réalisée dans les mesures ayant trait à l'atome. Tout se passe donc comme s'il existait pour chacune des sept planètes étudiées une série de *niveaux* dont la planète, en fait, occuperait l'un, caractérisé, à peu de choses près, par une valeur entière de n. On peut voir là un rapprochement de deux ordres différents de faits d'expérience et d'observation.

Le cas de Saturne est plus particulier. Le même calcul fait pour les autres planètes donnerait pour Saturne par rapport à la Terre, 272,4. Or c'est là presque exactement, $(n + 1/2)^2$ avec $n = 16$: autre point de contact possible entre des domaines paraissant d'abord bien éloignés l'un de l'autre.

Enfin, les systèmes de satellites des planètes donnent des résultats analogues, quoique sensiblement moins nets.

S'il s'agit là, comme on est en droit de le croire, d'autre chose que d'une série de coïncidences fortuites, nous avons à nous demander à quoi peut tenir une

telle propriété. Sans doute faudrait-il rattacher l'idée de niveau à une raison assez générale pour trouver son application dans le domaine cosmique comme dans le domaine atomique. Puisqu'en mécanique de l'atome on est conduit à présenter la suite discrète des valeurs du rayon de l'orbite comme la conséquence d'une sorte d'effet de résonance entre une onde et le chemin décrit par le mobile, il est naturel de penser que l'introduction en mécanique céleste d'une onde, de formule mathématique analogue, conduira au même résultat. Soit donc une onde Ψ satisfaisant à une équation du type de Schrödinger $\Delta\psi + \alpha(E - E)\psi = 0$, α étant une certaine constante, E l'énergie du mobile, F la fonction potentielle du champ. Moyennant les mêmes considérations que pour le système de l'atome, elle conduira, en s'en tenant même si l'on veut à la propagation géométrique, à des conditions analogues de niveau d'énergie. Cependant une signification probabiliste ne paraît pas possible ici, et l'analogie pourrait être simplement mathématique. Quant à l'onde, dont l'existence expliquerait les faits exposés, ce serait plutôt au champ de gravitation qu'au mouvement de planètes qu'on penserait à la rattacher. Elle serait ainsi le moyen d'action du champ.

THERMODYNAMIQUE. — *Pression osmotique et diffusion.*
Note [1] de M. **René Lucas**, transmise par M. Paul Langevin.

J'ai montré [2] comment il est possible de donner une interprétation ondulatoire de la pression osmotique exercée par un corps dissous. Je me propose de montrer maintenant comment la relation obtenue permet d'évaluer cette pression par l'intermédiaire de grandeurs accessibles à l'expérience. Les résultats obtenus permettront de voir dans quelles conditions les solutions seront *normales* et dans quels cas elles s'écarteront beaucoup de la loi de van't Hoff (solutions dites anormales).

Avec les notations adoptées la pression osmotique ϖ est fournie par la relation

$$\varpi = \frac{RTc}{M}\left(1 + \frac{3}{2}\frac{c}{D}\frac{dD}{dc}\right).$$

La dérivée adiabatique du coefficient de diffusion dD/dc peut s'évaluer comme suit. Soit l'unité de masse de solution enfermée dans un corps de pompe fermé par un piston semi-perméable, l'autre face étant en contact avec le solvant. Lors d'une transformation élémentaire faisant varier la température T, la concentration c et la pression ϖ, la quantité de chaleur dQ fournie au système est

$$dQ = C\,dT + h\,d\varpi + \varepsilon\,dc.$$

C et h sont les constantes thermodynamiques habituelles, ε est la quantité de

(1) Séance du 2 mars 1942.
(2) *Comptes rendus*, **214**, 1942, p. 25.

chaleur à fournir pour maintenir la température constante lors du changement de concentration, malgré les chaleurs de mélange. Les variables indépendantes étant T et c,

$$d\varpi = \frac{\partial\varpi}{\partial c}\,dc + \frac{\partial\varpi}{\partial T}\,dT.$$

Le coefficient de diffusion D est variable avec c, T et la pression extérieure p (ici égale à ϖ) subie par la solution, en sorte que

$$\frac{dD}{dc} = \frac{\partial D}{\partial c} + \frac{\partial D}{\partial T}\frac{dT}{dc} + \frac{\partial D}{\partial p}\frac{d\varpi}{dc}.$$

En exprimant que $dQ = 0$, on en déduit dT/dc et la valeur de $(dD/dc)_S$ adiabatique.

D'autre part l'équation du cycle de Carnot, telle que l'écrit M. C. Raveau [3], fournit immédiatement la relation

$$\frac{1}{Jc^2}\frac{\partial\varpi}{\partial T} = -\frac{1}{T}\left(\varepsilon + h\frac{\partial\varpi}{\partial c}\right) \qquad \text{(J équivalent de la calorie).}$$

En posant $C' = C + h(\partial\varpi/\partial T)$, la relation précédente permet d'exprimer $(dQ/dc)_S$ en ne faisant plus figurer que la seule dérivée $\partial\varpi/\partial c$, d'où

$$\left(\frac{dD}{dc}\right)_S = \frac{\partial D}{\partial c} - \frac{\varepsilon}{C'}\frac{\partial D}{\partial T} + \frac{Jc^2\varepsilon^2}{C'T}\frac{\partial D}{\partial p} + \left[\left(1 + \frac{2Jc^2\varepsilon h}{C'T}\right)\frac{\partial D}{\partial p} - \frac{h}{C'}\frac{\partial D}{\partial T}\right]\frac{\partial\varpi}{\partial c} + \frac{Jc^2h^2}{C'T}\frac{\partial D}{\partial p}\left(\frac{\partial\varpi}{\partial c}\right)^2.$$

Nous n'avons malheureusement pas de données expérimentales sur la quantité $\partial D/\partial p$. Par suite du rôle de la viscosité et des résultats expérimentaux de Bridgman, on peut raisonnablement penser que $(1/D)(\partial D/\partial p)$ est négatif et de l'ordre de -10^{-9} C.G.S. Les données relatives aux chaleurs de mélange permettent de voir que C′ reste très voisin de C et que l'expression précédente diffère fort peu de

$$\frac{dD}{dc} = \frac{\partial D}{\partial c} - \frac{\varepsilon}{C}\frac{\partial D}{\partial T} + \left(\frac{\partial D}{\partial p} - \frac{h}{C}\frac{\partial D}{\partial T}\right)\frac{\partial\varpi}{\partial c}.$$

L'équation différentielle en ϖ cherchée est alors

$$\varpi + \varphi\frac{\partial\varpi}{\partial c} = \Phi,$$

avec

$$\Phi = \frac{RTc}{M}\left[1 + \frac{3}{2}\frac{c}{D}\left(\frac{\partial D}{\partial c} - \frac{\varepsilon}{C}\frac{\partial D}{\partial T}\right)\right], \qquad \varphi = -\frac{3}{2}\frac{RTc^2}{M}\left(\frac{1}{D}\frac{\partial D}{\partial p} - \frac{h}{C}\frac{1}{D}\frac{\partial D}{\partial T}\right),$$

d'où

$$\varpi = e^{-\int\frac{dc}{\varphi}}\int_0^c \frac{\Phi}{\varphi}\,e^{\int\frac{dc}{\varphi}}\,dc,$$

si l'on considère T comme constante.

---

(3) *Société de Physique*, 16 nov. 1928, p. 135 S; *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1265.

Aux *faibles concentrations* l'expression précédente est équivalente à

$$\varpi = \frac{RTc}{M}\left[1 + \frac{3}{2}\frac{c}{D}\left(\frac{\partial D}{\partial c} - \frac{\varepsilon}{C}\frac{\partial D}{\partial T}\right)\right].$$

Le sens des écarts à la loi de van't Hoff dépend de la quantité

$$\frac{c}{D}\left(\frac{\partial D}{\partial c} - \frac{\varepsilon}{C}\frac{\partial D}{\partial T}\right).$$

Comme $\partial D/\partial T$ est positif et d'un ordre de grandeur connu, on trouve que les deux termes peuvent être de valeurs comparables et de signes identiques ou opposés suivant les cas.

1° Si D varie peu avec la concentration et si la chaleur de mélange est petite, une discussion plus complète permet de voir que la loi de van't Hoff est valable dans un large domaine des concentrations; c'est le cas des mélanges dits normaux (exemple, les mélanges benzène-chloroforme).

2° Les termes $\partial D/\partial c$ et $(-\varepsilon/C)(\partial D/\partial T)$ peuvent être de même signe, c'est le cas des mélanges benzène-alcool méthylique où ces quantités sont négatives, assez notables, ce qui s'accorde avec une cryoscopie anormale et des pressions de vapeur trop fortes (4).

3° Enfin les termes $\partial D/\partial c$ et $(-\varepsilon/C)(\partial D/\partial T)$ peuvent être de signes opposés dans certaines limites de concentration. C'est le cas des mélanges alcool méthylique (ou éthylique) avec l'eau. Pour les solutions à teneur croissante en alcool, la pression osmotique, d'abord plus forte, devient ensuite plus faible que ne le veut la loi de van't Hoff, en accord avec les résultats expérimentaux de Wrewsky (5) et de Lemonde (6).

En résumé les sens des écarts aux lois des solutions idéales s'accordent bien avec les considérations ci-dessus développées.

ÉLECTROCHIMIE. — *Hydrolyse de l'acétate de cadmium.* Note (1) de Mlle **Marguerite Quintin**, présentée par M. Jacques Duclaux.

L'étude de l'activité des ions constitutifs des solutions de divers sels de cadmium, sulfate (2), chlorure (3), benzène sulfonate (4) en fonction de la dilution, m'a conduit à envisager deux processus distincts d'hydrolyse. Dans le cas du benzène sulfonate, il y a apparition de molécules d'hydroxyde

(4) Schmidt, *Zeit. f. Phys. Chem.*, 121, 1926, p. 221.
(5) *Zeits f. Phys. Chem.*, 81, 1913, p. 1.
(6) *Ann. de Phys.*, 9, 1938, p. 539.

(1) Séance du 26 janvier 1942.
(2) M. Quintin, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1657; *J. Chim. Phys.*, 24, 1927, p. 712.
(3) M. Quintin, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 1176.
(4) M. Quintin, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1215.

$Cd(OH)^2$, dissoutes en solutions concentrées, la relation d'hydrolyse étant

$$(1)\qquad [Cd^{++}] = K[H^+]^3.$$

et qui se précipitent lorsque la dilution augmente, car on a alors

$$(2)\qquad [Cd^{++}] = K'[H^+]^2.$$

Dans le chlorure et le sulfate, au contraire, il y a proportionnalité à toute dilution entre l'activité des deux cations conformément à

$$(3)\qquad [Cd^{++}] = K''[H^+].$$

Ce qui est incompatible avec la formation de molécules d'hydroxyde, mais peut s'expliquer par la présence d'un ion complexe (2).

Il était intéressant de voir comment l'acétate de cadmium se comportait de ce point de vue; les mesures de conductibilité ([5]) et de force électromotrice ([6]) conduisent à penser que ce sel est un électrolyte fort; les anomalies de la conductibilité aux grandes dilutions n'étant pas imputables à une dissociation incomplète s'expliquent peut-être par l'hydrolyse de la solution.

Le pH des solutions d'acétate est mesuré à l'air au moyen d'une électrode à quinhydrone, il ne varie pas au cours du temps. L'activité $[Cd^{++}] = cf_+$ est calculée par la formule

$$E = E_0 - \frac{RT}{2\mathcal{F}} \operatorname{Log} cf$$

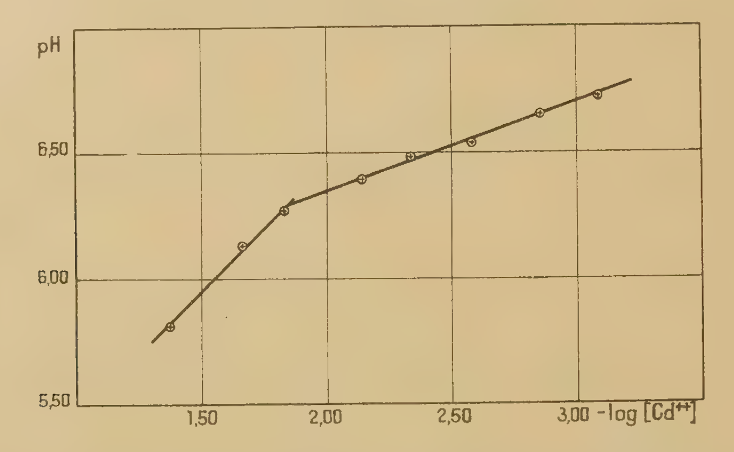
à partir des mesures de E données antérieurement ([6]) et en prenant pour E_0 la valeur (0,3504 volt) déterminée par la méthode de La Mer. Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des résultats obtenus à 25°.

c (mol-g/l).......	0,396	0,100	0,050	0,020	0,010	0,005	0,002	0,001
E (10^{-4} volt).....	3906	3999	4051	4137	4196	4260	4350	4418
$-\log[Cd^{++}]$.....	1,360	1,675	1,844	2,141	2,341	2,585	2,862	3,092
pH.............	5,80	6,13	6,29	6,40	6,48	6,54	6,65	6,72

L'activité de l'ion H^+ rapportée à la concentration globale ne renseigne pas sur le mode d'hydrolyse de la solution. Il est plus instructif de représenter les variations du pH en fonction de $-\operatorname{Log}[Cd^{++}]$, on obtient (voir la figure ci-après) deux portions de droites, la première de pente égale à 1, la deuxième de pente égale à 1/3, qui s'expriment respectivement par les relations (3) et (1). Par conséquent, suivant l'état de dilution, il existe deux modes d'hydrolyse de la solution : en solutions concentrées, l'acétate de cadmium se rapproche du chlorure et du sulfate, il est donc logique d'admettre que le processus d'hydrolyse est le même pour le premier de ces sels que pour les deux autres, c'est-à-dire s'accompagne de la présence d'un complexe plus ou moins stable;

([5]) M. QUINTIN, *Comptes rendus*, **212**, 1941, p. 855.
([6]) M. QUINTIN, *Comptes rendus*, **213**, 1941, p. 831.

en solutions diluées au contraire, l'acétate de cadmium se comporte comme le benzène sulfonate de cadmium en solutions concentrées, l'hydrolyse s'effectue avec formation d'hydroxyde dissous.



En résumé, l'étude de l'hydrolyse des solutions d'acétate de cadmium montre que ce sel établit la liaison entre le chlorure et le sulfate d'une part, et le benzène sulfonate d'autre part; les anomalies qu'il présente aux grandes dilutions s'expliquent par le fait que l'hydrolyse est plus prononcée que dans le cas du sulfate et du chlorure et moins que dans celui du benzène sulfonate.

PHOTOCHIMIE. — *Sur l'oxydation de l'acide ascorbique et l'irradiation de l'eau par l'ultraviolet.* Note de M. **Raymond Guillemet**, présentée par M. Marcel Delépine.

Ayant eu besoin pour d'autres expériences de préparer des quantités importantes d'acide déhydroascorbique, nous avons pu préciser quelques détails du mécanisme de l'oxydation de l'acide ascorbique par irradiation ultraviolette.

Le tube Mazda, du type M.A.500, que nous avons utilisé, est à vapeur de mercure sous pression; il fonctionne sous 110 volts et consomme 120 watts. La solution à irradier (40 à 50^{cm^3}) est contenue dans un récipient circulaire entourant la lampe de manière à utiliser la presque totalité de l'énergie rayonnée; c'est une cuve en silice transparente de 1^{mm} d'épaisseur et ayant les dimensions suivantes : cylindre extérieur de 6^{cm} de diamètre, cylindre intérieur de 4^{cm} de diamètre, hauteur de 5^{cm}. Le liquide est donc irradié sous une épaisseur de 1^{cm} et en tous points perpendiculairement à sa surface. Cette cuve est mastiquée dans un vase en verre plus large, à fond troué pour le passage de la lampe, avec adduction d'eau courante assurant la réfrigération. Un agitateur rotatif tubulaire homogénéise le liquide en même temps qu'il réalise un barbotage actif de gaz (oxygène ou azote débarrassé d'oxygène) qui lui évite le contact avec l'atmosphère extérieure. Les solutions d'acide ascorbique

étaient faites dans l'eau distillée débarrassée des gaz dissous par ébullition; leur température était maintenue entre 18° et 19°C. grâce à l'action combinée du réfrigérant et de l'agitateur. Nous avons dosé l'acide ascorbique par le 2.6-dichlorophénolindophénol.

Dans ces conditions, on arrive à oxyder environ 200^{mg} d'acide ascorbique en 60 minutes ([1]) en atmosphère d'oxygène; des traces de manganèse, de fer ([2]) et de cuivre vont jusqu'à doubler cette vitesse. La présence de doses de cyanure, 20 fois plus fortes que celles utilisées pour éviter l'oxydation de l'acide ascorbique par l'oxygène de l'air en solution diluée, ne change rien à l'allure du phénomène. L'acide ascorbique continue d'ailleurs à s'oxyder après l'irradiation beaucoup plus vite qu'on ne l'observe dans une solution témoin non irradiée. Par la méthode de Denigès ([3]), on met aisément en évidence de l'eau oxygénée, sinon en présence d'acide ascorbique en raison de la réduction parasite du sel d'argent, du moins dans l'eau pure chargée d'oxygène et irradiée dans les mêmes conditions; cette eau oxygénée se détruit évidemment après sa formation (Tian, *Thèse de Doctorat ès Sciences*, Marseille, 1915); voici quelques résultats :

	H^2O^2 par litre.
Après 1/2 heure d'irradiation.............	0^{mg},15
» 1 »	0^{mg},75
» 2 »	0^{mg},20

En fait, il suffit d'ajouter à la solution d'acide ascorbique irradiée de faibles quantités de perhydrol, pour attaquer la substance d'une façon massive : nous en avons oxydé 9^{g} en 22 heures en solution presque saturée.

Mais, dès que l'on opère en milieu rigoureusement exempt d'oxygène, il se passe au moins 20 minutes sans que l'on observe la moindre oxydation d'acide ascorbique. Après ce temps, l'action commence et s'accélère d'ailleurs très vite; il semble qu'un second processus s'installe et se substitue au premier. Encore dans ce cas, de l'eau pure soumise à la même irradiation donne naissance à des traces d'eau oxygénée, mais en quantité plus faible qu'en présence d'oxygène; on observe en outre un abaissement de son pH, qui passe de 5,36 à 5,10 au bout de 2 heures 30 minutes. Le fait important est qu'à la suite de la destruction prolongée de l'acide ascorbique dans ces conditions, nous avons pu extraire du liquide et doser à l'aide du microeudiomètre de Nicloux ([4])

([1]) L'oxydation des quelques centièmes de milligramme d'acide ascorbique mis en œuvre dans la méthode de dosage de A. Chevallier et Mlle Y. Choron (*Bull. Soc. Chim. Biol.*, **19**, 1937, p. 511-526) pourrait être réalisée en quelques minutes à l'aide du montage ci-dessus ou d'un dispositif analogue mais plus réduit, et d'une manière réellement peu coûteuse. Voir à ce sujet M. Vacher et Mlle Y. Lortie, *Comptes rendus*, **213**, 1941, p. 726, et Mlle S. Guinand, *ibid.*, **213**, 1941, p. 1003.

([2]) Sans doute la plupart des métaux à deux degrés d'oxydation.

([3]) *Comptes rendus*, **211**, 1940, p. 196.

([4]) *C. R. Soc. Biol.*, **85**, 1921, p. 118.

des quantités d'hydrogène de l'ordre du centimètre cube, et d'autant plus élevées que le milieu a été mieux préservé contre l'oxygène; ceci, pour 100mg d'acide dans 50cm³ d'eau.

Si nous nous reportons aux travaux récents de Piffault (5), de Bonet-Maury (6) et de Loiseleur, Latarjet et Mlle Caillot (7), nous en concluons que les radiations ultraviolettes permettent d'observer dans l'eau les mêmes phénomènes que les rayons α ou les rayons de Röntgen :

1° Une activation facile de l'oxygène, qui devient alors susceptible de se combiner avec les molécules d'eau elles-mêmes activées pour donner de l'eau oxygénée ($2H^2O + O^2 = 2H^2O^2$), cette dernière réagissant ensuite sur la substance à oxyder;

2° Si le premier phénomène ne peut avoir lieu par suite de l'absence d'oxygène, ou simultanément, mais d'une manière plus pénible, l'activation de la molécule d'eau donne directement de l'eau oxygénée ($2H^2O = H^2O^2 + H^2$) pendant que les ions hydrogène finissent par se dégager en hydrogène moléculaire lorsque l'oxygène libéré par l'eau oxygénée est utilisé par la substance à détruire.

On peut aussi supposer qu'en présence d'oxygène captant les ions H, la réaction du second type devient efficace dès le début de l'irradiation et suffit à expliquer l'oxydation de l'acide ascorbique.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Calcul des fréquences propres des dérivés halogénés des carbures aliphatiques saturés normaux*. Note de M. **Maurice Parodi**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous étudions les dérivés halogénés de formule générale

$$CH^3—CH^2—\ldots—CH^2—X \qquad \text{et} \qquad X—CH^2—CH^2—\ldots—CH^2—X.$$

Pour calculer leurs fréquences propres de vibration, nous nous référons aux modèles mécaniques coudés plans figurés ci-contre où tous les radicaux hydrogénés sont supposés de même masse m; nous désignons d'autre part par M la masse de l'halogène, par k la constante de liaison entre masses égales et par k' celle relative à la liaison $m — M$; tous les angles de valence sont supposés identiques et θ désigne leur valeur commune que nous prendrons dans tous les cas égale à 70°30′.

Les équations du mouvement s'écrivent de la manière habituelle (1) en

(5) *C. R. Soc. Biol.*, 130, 1939, p. 43.
(6) *C. R. Soc. Biol.*, 135, 1941, p. 941.
(7) *Comptes rendus*, 213, 1941, p. 730.
On trouve dans ces notes la bibliographie des travaux antérieurs.

(1) *Journal de Physique*, 2, 1941, p. 58.

fonction des variations de longueur l_i des liaisons et en considérant l'énergie potentielle comme provenant uniquement de ces variations, la contribution, d'ailleurs faible, due à la déformation des angles de valence étant négligée.

En cherchant des solutions de la forme $l_i = \lambda_i \cos\omega t$ et en faisant le changement de variable

$$x = -\frac{2k - m\omega^2}{k\cos\theta}, \tag{1}$$

la détermination des fréquences propres se ramène à résoudre, pour un modèle à n masses, une équation en x de degré n, de la forme (2) pour les monohalogénés et de la forme (3) pour les dihalogénés,

$$(2)\quad \begin{vmatrix} x & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 1 & x & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & x & \frac{k'}{k} \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & \alpha \end{vmatrix} = 0, \qquad (3)\quad \begin{vmatrix} \alpha & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \frac{k'}{k} & x & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & x & \frac{k'}{k} \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & \alpha \end{vmatrix} = 0,$$

avec

$$\alpha = \frac{2 + x\cos\theta - \frac{k'}{k}\left(1 + \frac{m}{M}\right)}{\cos\theta}.$$

Dans ces équations tous les paramètres, sauf k'/k, sont connus.

Nous nous sommes proposé, en premier lieu, de déterminer k'/k, puis de calculer les fréquences propres des composés envisagés au moyen de la relation, tirée de (1) :

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2k}{m}}\sqrt{1 + \frac{x}{2}\cos\theta} = \nu_0\sqrt{1 + \frac{x}{2}\cos\theta}.$$

Ceci nous a conduit à préciser, pour chaque halogène, la valeur de ν_0, fréquence propre fictive de vibration d'un couple isolé de particules m.

1. *Détermination de k'/k.* — L'examen des spectres d'absorption infrarouge et des spectres Raman des composés étudiés montre que, pour un même halogène, les deux types de molécules possèdent toujours une fréquence commune (à quelques cm^{-1} près) et que la valeur de cette dernière est à peu près indépendante de la longueur des chaînes.

Pour le chlore, elle ressort à 650 cm^{-1}, pour le brome et l'iode respectivement à 550 et 500 cm^{-1}.

Nous avons alors déterminé, pour chaque halogène, par approximations successives, la valeur de k'/k de façon que toutes les équations (2) et (3) aient

au moins une racine très voisine; nous avons trouvé ainsi

Halogène	Cl.	Br.	I.
k'/k	0,62	0,4	0,3

2. *Détermination de* ν_0. — Pour un halogène donné, connaissant pour chaque molécule la racine commune en x et la valeur moyenne de la fréquence propre commune observée, nous avons calculé ν_0; il vient ainsi (en cm^{-1})

Halogène	Cl.	Br.	I.
ν_0	1010	1160	1270

3. *Résultats*. — Les tableaux suivants permettent de comparer les valeurs des fréquences propres que nous avons calculées à partir des valeurs indiquées de ν_0 et k'/k, avec les données expérimentales ([1]). L'accord est satisfaisant.

Composé.		Fréquence (cm^{-1}).							
$Cl—CH^2—CH^2—CH^2—Cl$	ν calc.		1080		940		658	638	
	$\nu_{ex.}$ (I. R.).		–		965		–	639	
	$\nu_{ex.}$ (R.)		1091		962		650	638	
$Cl—CH^2—CH^2—Cl$	ν calc.			1010			660		618
	$\nu_{ex.}$ (I. R.).			999			653		–
	$\nu_{ex.}$ (R.)			–			652		–
$CH^3—CH^2—CH^2—CH^2—Cl$	ν calc.	1120		1020		890	648		
	$\nu_{ex.}$ (I. R.).	–		1040		–	654		
	$\nu_{ex.}$ (R.)	1107		1053		898	650		
$CH^3—CH^2—CH^2—Cl$	ν calc.		1090		935		642		
	$\nu_{ex.}$ (I. R.).		1085		954		648		
	$\nu_{ex.}$ (R.)		–		–		647		
$Br—CH^2—CH^2—CH^2—Br$	ν calc.		1240		1125		549		417
	$\nu_{ex.}$ (I. R.).		–		–		551		–
	$\nu_{ex.}$ (R.)		1236		1117		550		421
$Br—CH^2—CH^2—Br$	ν calc.			1168			560	530	
	$\nu_{ex.}$ (I. R.).			–			552	–	
	$\nu_{ex.}$ (R.)			1178			557	–	
$CH^3—CH^2—CH^2—CH^2—Br$	ν calc.	1430		1160		1021	548		
	$\nu_{ex.}$ (I. R.).	1436		–		996	563		
	$\nu_{ex.}$ (R.)	1440		1139		–	557		
$CH^3—CH^2—CH^2—Br$	ν calc.		1250		1070		542		
	$\nu_{ex.}$ (I. R.).		1240		1080		563		
	$\nu_{ex.}$ (R.)				–		565		
$I—CH^2—CH^2—CH^2—I$	ν calc.	1360		1170		496		254	
	$\nu_{ex.}$ (I. R.).	–		1162		485		–	
	$\nu_{ex.}$ (R.)	–		–		500		–	
$I—CH^2—CH^2—I$	ν calc.		1282		525	492			
	$\nu_{ex.}$ (I. R.).		–		–	512			
	$\nu_{ex.}$ (R.)		–		–	–			
$CH^3—CH^2—CH^2—I$	ν calc.	1300		1160		494			
	$\nu_{ex.}$ (I. R.).	–		1175		507			
	$\nu_{ex.}$ (R.)	1280		1180		505			

([2]) LAMBERT et LECOMTE, *Annales de Physique*, **10**, 1938, p. 503.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur la prédominance des particules chargées positivement dans le spectre du rayonnement cosmique.* Note [1] de MM. **L. Leprince-Ringuet**, **E. Nageotte** et **M. Lhéritier**, présentée par M. Maurice de Broglie.

Le spectre d'énergie des particules du rayonnement cosmique, généralement observé au niveau de la mer au moyen d'une chambre à détente et d'un puissant champ magnétique [2], [3], [4], [5], [6], [7], indique la présence de particules des deux signes en proportion à peu près égale. Nous avons [L. Leprince-Ringuet et J. Crussard [5]] signalé en 1937 une légère prédominance des particules positives dans le rayonnement dur, mais nos mesures étaient trop peu nombreuses pour donner autre chose qu'une simple indication. Un spectre d'énergie, établi par Blackett [4] sur l'ensemble du rayonnement, n'a pas confirmé cette indication, la légère prédominance de positifs trouvée par lui (53 % de positifs) pouvant être due à un effet de fluctuations. En 1939 et 1940, le travail de Jones [6], prolongé par celui de D. J. Hugues [7], a confirmé au contraire la prédominance des positifs, leur proportion par rapport aux négatifs étant trouvée de 1,3, répartie également sur tout le spectre et affectant le groupe dur et le rayonnement total. Tout récemment, un travail de C. Bernardini [8], effectué par une méthode intéressante, mais moins directe que celle habituellement employée, a confirmé l'excès de positifs.

Étant donnée l'importance de la question, nous avons repris la mesure du spectre d'énergie à l'altitude de 1000^{m} au-dessus du niveau de la mer. La grande dimension verticale de notre chambre (75^{cm}) nous permettait d'obtenir de bonnes mesures de courbure jusqu'aux grandes énergies sans être obligés de pousser le champ magnétique à des valeurs élevées, opération qui risque de provoquer d'accidentelles déformations de trajectoires.

Sur plusieurs milliers de clichés, nous en avons retenu 1400, sur lesquels la trajectoire est visible sur toute la hauteur de la chambre. Ces clichés ont été pris en déclenchant la chambre par deux compteurs situés l'un au-dessus, l'autre au-dessous, le champ étant maintenu à environ 4000 gauss.

---

(1) Séance du 9 mars 1942.

(2) P. Kunze, *Zeits. f. Physik*, 80, 1933, p. 559.

(3) C. D. Anderson et S. H. Neddermeyer, *Int. Conf. on Physics*, London, 1934.

(4) P. M. S. Blackett et R. B. Brode, *Proc. Royal. Soc.*, A, 153, 1936, p. 573; P. M. S. Blackett, *Proc. Royal. Soc.*, A, 159, 1937, p. 1.

(5) L. Leprince-Ringuet et J. Crussard, *Journ. de Physique*, 8, 1937, p. 207.

(6) H. Jones, *Rev. of Modern Physics*, 11, 1939, p. 235.

(7) *Phys. Rev.*, 57, 1940, p. 592.

(8) *Phys. Rev.*, 60, 1941, p. 535.

La moitié des résultats se rapporte à des rayons filtrés par 12^{cm} de plomb (groupe dur), l'autre moité à des rayons non filtrés (ensemble du spectre). Toutes les précautions habituelles ont été prises pour connaître ou éviter les déformations de trajectoires : les rayons, fréquemment photographiés en l'absence de champ magnétique, n'ont jamais donné de courbure naturelle supérieure à celle d'électrons de 10 milliards d'électronvolts. Le champ a d'autre part été inversé au cours des expériences et d'égales quantités de clichés ont été prises avec chaque sens du champ, donnant des résultats identiques. La mesure des courbures s'effectuait par restitution de la trajectoire en vraie grandeur, avec un objectif identique à l'objectif utilisé pour photographier; d'ailleurs les déformations des trajectoires dues à l'imperfection de l'objectif ont toujours été négligeables dans nos expériences, puisque nous avons travaillé avec des chambres hautes et étroites, obligeant le rayon à passer près du centre de la photo.

Les résultats pour le groupe dur sont représentés sur les courbes ci-contre (*fig.* 1). Nous avons adopté le mode de représentation par courbes intégrales, ce qui évite d'être tenté de donner trop d'importance aux irrégularités de la courbe; l'écart probable est indiqué en différents points.

Nous avons dessiné (*fig.* 2) la courbe différentielle correspondant à la totalité

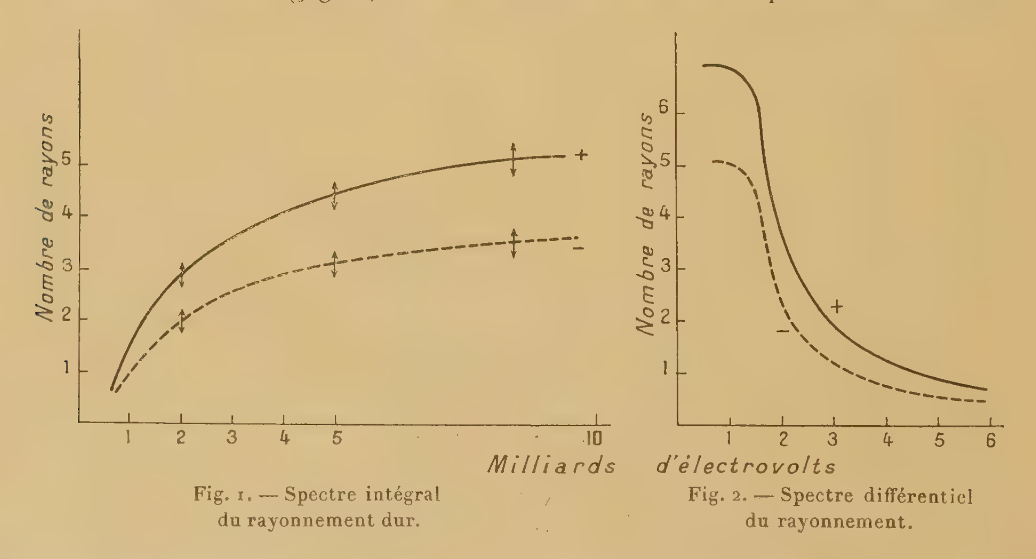


Fig. 1. — Spectre intégral du rayonnement dur.

Fig. 2. — Spectre différentiel du rayonnement.

des rayons mesurés (le groupe dur y intervient en majorité). Cette courbe montre, mieux que la courbe intégrale, la proportion des rayons de chaque énergie. On voit un maximum entre 1 et $1,5.10^9$ eV. Il y a peut-être un autre maximun à $0,5.10^9$ eV, mais il est difficile de le savoir, à cause de l'effet du champ magnétique sur les rayons avant leur passage dans la chambre.

Il apparaît que la prédominance des particules positives n'est pas douteuse, au moins pour le groupe dur : le rapport des positives aux négatives est de l'ordre de 1,35 et oscille pour les diverses énergies autour de cette valeur. Ce

résultat confirme l'indication de l'effet donné par nous en 1937 et dépasse légèrement la valeur numérique précisée par Jones et Hugues. Nous ne pensons pas qu'il nous soit possible, malgré la bonne précision des mesures, de tirer de ces courbes des conclusions plus détaillées, notamment au sujet du groupe mou.

On doit se demander quelle est la cause de l'excès des positifs. Si l'on admet que les mésotons sont créés par paires ou par phénomènes de matérialisation, et que leurs propriétés d'absorption par la matière ne dépendent pas de leur signe, il faut alors expliquer la présence, en plus des paires de mésotons, de rayons ionisants positifs (qui pourraient être de même nature) en proportion de 3 ou 4 pour 20 mésotons de paires.

Or une théorie actuellement en faveur (Johnson, Swann, Schein, Carlson etc.) envisage qu'un rayonnement primaire unique de protons donne naissance au groupe dur, et, par l'intermédiaire de mésotons de ce groupe, au groupe mou; la production des mésotons s'effectuerait par une transformation, dans la haute atmosphère, des protons primaires avec création, par chacun d'eux, d'une multiplicité de n mésotons, n étant de l'ordre de 8. Quel que soit le caractère de cette transformation au sujet de laquelle nous ne possédons que fort peu de données, il faut admettre, si l'on suppose la disparition du proton, l'apparition d'une charge positive en excès pour 8 mésotons créés : la proportion de positifs trouvés dans le groupe dur peut donner un appui à cette théorie.

On pourrait aussi se demander, pour envisager une autre explication, si l'excès des positifs ne consisterait pas en protons. Or il nous apparaît, à la suite de certaines observations, que, tout au moins pour les valeurs des moments cinétiques ($300\,H\rho$) inférieures à $0,5.10^9$ eV, le nombre des protons existant dans le rayonnement cosmique est, compte non tenu des protons lents de quelques millions d'électronvolts, très inférieur à l'excès de positifs constaté. Mais cet argument n'est pas décisif contre la présence de protons de grande énergie, à cause de la rapidité avec laquelle disparaît dans la matière, par le simple fait de son ionisation, un proton dont le moment cinétique ($300\,H\rho$) est inférieur à $0,5.10^9$ eV.

CHIMIE NUCLÉAIRE. — *Sur les transformations moléculaires accompagnant l'effet Szilard.* Note [1] de M. **Raymond Daudel**.

Nous avons procédé à une étude systématique de l'effet Szilard et Chalmers chez les anions des oxacides dérivant des éléments des 15e, 16e et 17e colonnes du tableau de Mendéléeff à 18 colonnes.

Nous avons surtout porté notre attention sur les anions correspondant à la covalence théorique supérieure de l'élément, c'est-à-dire celle donnée par la

(1) Séance du 23 février 1942.

formule $p - 2k$ (où k est le plus petit entier positif répondant à l'inégalité $k \geq p - n^2$, p étant le nombre de négatons de la couche superficielle de l'élément et n le nombre quantique principal de cette couche).

Les anions ClO_4^-, IO_4^-, SeO_4^{-2}, TeO_4^{-2}, AsO_4^{-3}, SbO_4^{-3} sous forme de sels ont été soumis à l'action des neutrons thermiques et l'état dans lequel se trouvent les atomes actifs après dissolution dans l'eau a été étudié.

I. *Résultats expérimentaux.* — L'activité créée dans les anions halogénés suit aussi bien l'halogène que l'halogénure, et elle se partage en deux quantités équivalentes quand on fait l'entraînement en présence d'un mélange de l'halogénure et de l'halogène à cause des réactions d'échanges bien connues qui se produisent dans ces cas :

$$I_2 + \overset{\star}{I}^- \rightleftharpoons \overset{\star}{I}_3^- \rightleftharpoons I^- + \overset{\star}{I}_2,$$

$$Br_2 + \overset{\star}{Br}^- \rightleftharpoons \overset{\star}{Br}_3^- \rightleftharpoons Br^- + \overset{\star}{Br}_2.$$

Il est donc assez difficile de savoir à quel état se trouve cette activité. Mais, par analogie avec ce qui se produit pour les molécules organiques, nous admettrons que l'activité prend la forme d'ions négatifs (²).

Nous avons montré (³) que, dans le cas du sélénite de sodium, l'activité se trouve en solution aqueuse à l'état de sélénium libre.

Une étude analogue faite sur les séléniates et les tellurates nous permet de penser qu'il se produit dans ces cas respectifs du sélénium et du tellure.

Le cas de l'arsenic est assez particulier.

L'effet Szilard avait déjà été produit à partir de l'acide cacodylique (⁴); nous l'avons provoqué sur un arséniate. Après activation celui-ci est dissous dans l'eau. On ajoute une trace d'arsénite de sodium à la solution formée que l'on précipite à l'état de trisulfure dans des conditions où l'arséniate n'est pas altéré. Le précipité obtenu contient environ 50 % de l'activité totale. Ce qui prouve qu'une partie très notable des molécules d'arséniate bombardées se transforment en arsénite.

Nous avons réalisé d'ailleurs de nombreuses expériences confirmant ce fait.

Nous n'avons pu mettre en évidence l'effet Szilard dans le cas des orthoantimoniates. Nous n'avons pas non plus observé d'échanges entre les ortho et les thioantimoniates. Si donc les molécules correspondantes sont rompues au moment de l'émission des photons, il faut penser que l'antimoine s'échappe à l'état d'ion Sb^{+5} et reforme l'orthoantimoniate par réaction sur les ions O^{-2} de l'eau.

(²) O. Erbacher et K. Philipp, *Ber. D. chem. Ges.*, 69, 1936, pp. 893 à 898.

(³) R. Daudel, *Comptes rendus*, 213, 1941, p. 479.

(⁴) Amaldi, d'Agostino, Fermi, Pontecorvo, Rasetti et Segrè, *Proceedings of the Royal Society*, 149, 1935, pp. 522-558.

Élément.	Nombre caractéristique k.	Électrovalence initiale.	Électrovalence finale.
Cl	0	+7	−1
I	0	+7	−1
Se	0	+6	0
Te	0	+6	0
As	0	+5	+3
Sb	0	+5	+5

II. *Interprétation.* — On peut considérer que, dans les ions ClO_4^-, IO_4^-, SeO_4^{-2}, TeO_4^{-2}, AsO_4^{-3}, SbO_4^{-3}, les éléments autres que l'oxygène se trouvent respectivement aux électrovalences + 7, + 6 et + 5 correspondant aux covalences 7, 6 et 5. (La différence entre une liaison homopolaire et une liaison hétéropolaire n'étant pas absolument nette.)

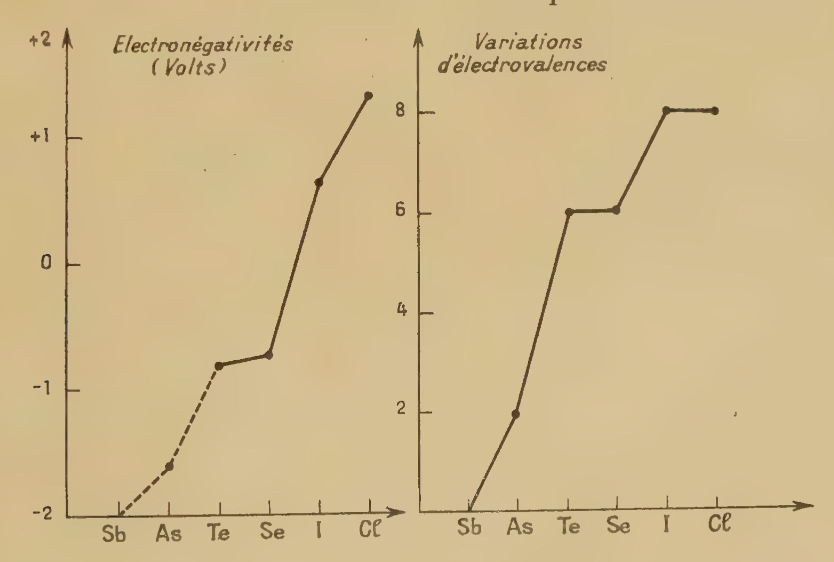
Il est alors naturel de penser qu'au moment de la perturbation radioactive l'élément possède une notable probabilité de sortir sous forme du cation simple correspondant à cette électrovalence positive. Il évolue ensuite conformément à ses tendances au sein du milieu ambiant.

On conçoit donc que son électrovalence varie d'autant plus que

1° son électropositivité initiale est plus faible;

2° qu'il peut passer à une électrovalence plus électronégative.

Le tableau et les courbes suivantes montrent qu'il en est bien ainsi.



ÉQUILIBRES CHIMIQUES. — *Sur l'évolution singulière de la pression d'équilibre de certains systèmes monovariants.* Note de M. **Maurice Dodé**, présentée par M. Paul Lebeau.

J'ai montré ([1]) combien les phénomènes de miscibilité modifiaient de façon profonde les conditions d'équilibre des systèmes chimiques. En

([1]) *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 1359; *Ann. de Chim.*, 9, 1938, p. 139.

particulier, la dissociation d'un composé miscible avec ses produits de décomposition a un aspect totalement différent de celui que présente un équilibre chimique où tous les constituants condensés sont des corps purs. Ceci m'a conduit à examiner la façon dont s'effectue le passage de la dissociation monovariante d'un solide A en un autre A′ ne donnant pas de solutions solides avec le premier (1), à la dissociation bivariante de ce même corps A fondu et formant avec A′ une solution homogène (2).

A partir du moment où la température d'eutexie est dépassée, le système en question est bivariant pour tous les points figuratifs situés entre les deux branches du liquidus; mais il reste monovariant pour tous les autres. La pression d'équilibre des deux systèmes

$$\text{(3)} \qquad A_s,\ \text{liq., gaz} : n A_s \rightleftharpoons n' A'_{dis} + G - Q_3$$

et

$$\text{(4)} \qquad A'_s,\ \text{liq., gaz} : n A_{dis} \rightleftharpoons n' A'_s + G - Q_4$$

demeure donc fonction de la température seule; mais, ainsi que nous allons le voir, la façon dont varie cette pression d'équilibre avec la température n'a rien de commun avec la loi de variation de la pression d'équilibre des systèmes monovariants habituels, tels que (1). C'est ainsi que la tension d'équilibre du système (4) décroît lorsque la température s'élève.

La pression d'équilibre des systèmes (3) et (4) est indépendante de la quantité de solide présent; on peut donc, à température constante, dissocier la totalité du solide sans modifier les conditions de l'équilibre. La pression d'équilibre du système entièrement liquide (2) étant donnée, en fonction du titre τ du corps A dans le liquide mixte supposé idéal, par l'équation

$$\text{(5)} \qquad \log p = \log K + n \log \tau - n' \log(1 - \tau),$$

nous obtiendrons la relation entre p et T pour les deux systèmes en question en remplaçant, dans (5), τ par sa valeur en fonction de T, pour chacune des deux branches du liquidus.

Désignons respectivement par L, L′, θ et θ' les chaleurs et les températures de fusion de A et de A′; la solution A, A′ étant idéale, les courbes de solubilité satisfont à la relation

$$\frac{L}{T} dT = RT\, d \log \tau,$$

d'où

$$\tau_3 = e^{\frac{-L}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{\theta}\right)} \qquad \text{et} \qquad \tau_4 = 1 - e^{\frac{-L'}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{\theta'}\right)}.$$

On en déduit, pour les pressions d'équilibre correspondantes p_3 et p_4,

$$\text{(6)} \qquad \log p_3 = \frac{-Q_3}{RT} - n' \log\left[1 - e^{\frac{-L}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{\theta}\right)}\right] + C_3,$$

$$\text{(7)} \qquad \log p_4 = \frac{-Q_4}{RT} + n \log\left[1 - e^{\frac{-L'}{R}\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{\theta'}\right)}\right] + C_4.$$

La discussion de ces équations montre que, la température s'élevant, la pression d'équilibre p_4 commence par croître, mais plus lentement que ne le voudrait le terme $-Q_4/RT$ seul, passe par un maximum, puis décroît, d'abord rapidement, puis de plus en plus lentement, pour finir par devenir nulle pour $T = \theta'$, point où la courbe p, T a une tangente horizontale. Tout au contraire, la pression p_3 augmente constamment lorsque la température s'élève, et toujours plus vite que ne le voudrait le terme $-Q_3/RT$ seul; au voisinage du point de fusion θ de A, l'augmentation de la pression devient extrêmement rapide et la tension de dissociation de A tend à devenir infinie pour $T = \theta$.

En réalité, de même que la plupart des formules de thermodynamique chimique, les relations (5), (6) et (7) ne sont plus valables lorsque la masse de l'un des corps purs en présence devient infiniment petite ($\tau = 0$ ou 1), ce qui exclut la possibilité de donner à T les valeurs θ ou θ'. Cependant, ce que l'on sait des propriétés générales des solutions permet d'être assuré que ces formules demeurent utilisables jusqu'à des concentrations relativement très faibles, de l'ordre de 1 pour 1000 par exemple. Or il est facile de reconnaître que, pour de telles valeurs de τ, l'augmentation de la pression d'équilibre est déjà extrêmement importante, si bien que cette limitation de validité des équations (6) et (7) ne saurait infirmer les conclusions précédentes.

Pratiquement, la courbe p, T du système (4) ayant une tangente horizontale au point de fusion de A', la pression p_4 tend à devenir nulle avant que T ne soit égal à θ', c'est-à-dire dans une région où la formule (7) est encore valable : la pression d'équilibre au point de fusion de A' sera donc toujours très faible. Au contraire, la valeur de la tension d'équilibre du système (3), au point de fusion de A, dépendra beaucoup de la grandeur de la constante d'équilibre. Si le corps A se dissocie déjà nettement au-dessous de la température d'eutexie, la tension de dissociation P_3 de ce corps, à son point de fusion, sera effectivement très élevée et pourra atteindre des milliers d'atmosphères. Si, au contraire, la constante de dissociation est très faible, si faible même que, à l'état solide, aucune dissociation n'ait jamais été mise en évidence, la tension de dissociation au point de fusion de A ne saurait évidemment être très élevée en valeur absolue. Elle n'en sera pas moins extrêmement grande, relativement à sa valeur au-dessus du point d'eutexie, et pourra de ce fait devenir appréciable. C'est la raison pour laquelle un grand nombre de corps se décomposent juste au moment où ils fondent.

Les relations que nous venons d'établir rendent compte, de façon satisfaisante, des faits expérimentaux relatifs à la dissociation des oxydes de cuivre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Spectres d'absorption, dans l'ultraviolet, de quelques cyanures à l'état solide.* Note de M. **Fernand Gallais**, présentée par M. Aimé Cotton.

Les différences qui existent entre les propriétés chimiques de certains cyanures, tels le cyanure d'argent et les cyanures alcalins, posent un problème de structure qui est classique ([1]). Elles nous ont incité à comparer les spectres d'absorption de ces cyanures dans l'ultraviolet. Les cyanures d'argent et de cuivre étant insolubles dans l'eau et dans les solvants organiques chimiquement inertes, nous avons eu recours, pour tous les sels examinés, à la détermination des spectres d'absorption par réflexion sur des poudres fines. La méthode utilisée est celle qui a été décrite par Mme Guilmart et M. Freymann ([2]).

Nous avons ainsi étudié les cyanures de potassium, de mercure-II, d'argent et de cuivre-I.

Les sels de potassium et de mercure ont été purifiés par cristallisation, les sels d'argent et de cuivre ont été préparés respectivement en faisant agir une solution de cyanure de potassium sur des solutions de nitrate d'argent à froid et de sulfate de cuivre à 100°.

Analyses. — 1° Cyanure de potassium. Substance $0^g,09115$ (volumétrique); CNAg $0^g,1868$; CN % trouvé 39,83, calculé 39,94.

2° Cyanure de mercure-II. Substance $0^g,2499$, Hg $0^g,1966$; Hg % trouvé 78,67, calculé 79,40.

3° Cyanure d'argent. Substance $0^g,3114$, Ag $0^g,2509$; Ag % trouvé 80,57, calculé 80,58.

4° Cyanure de cuivre-I. Substance $0^g,2540$, OCu $0^g,2233$; Cu % trouvé 70,23, calculé 70,96.

Les spectres obtenus sont groupés dans la figure 1 qui représente, pour chaque substance, les variations du rapport I_0/I_e de l'intensité incidente à l'intensité réfléchie. Ces spectres, on le voit, sont fort différents.

On ne pouvait s'attendre à les trouver tout à fait semblables. A l'état solide, les résonateurs sont si rapprochés que leur influence mutuelle n'est pas négligeable. On sait que le remplacement d'un cation par un autre apporte certaines modifications au spectre de vibration caractéristique d'un anion; il doit en être de même pour les spectres d'absorption dans le visible et l'ultraviolet, et c'est bien ce que montrent, par exemple, les déterminations récentes de A. Berton ([3]) sur les nitrates cristallisés. La bande d'absorption caractéristique de l'ion nitrique n'a ni la même forme, ni la même position dans les différents nitrates. Si l'on s'en tient aux nitrates de métaux monovalents, cependant, le remplacement d'un alcalin par un métal lourd comme l'argent a surtout pour effet de provoquer un décalage du spectre d'environ 200 Å vers le visible.

De même, dans la série des platichlorures, les sels de potassium et d'argent

([1]) Cf. par exemple, P. Pascal, *Traité de Chimie minérale*, 5, p. 262.

([2]) Mme T. Guilmart et R. Freymann, *Rev. Opt.*, 17, 1938, p. 199.

([3]) *Comptes rendus*, 213, 1941, p. 653.

que nous avons choisis pour leur constitution non équivoque et pour leurs propriétés très voisines, conservent dans l'ultraviolet la différence de couleur qu'ils présentent déjà dans le visible (*fig.* 2).

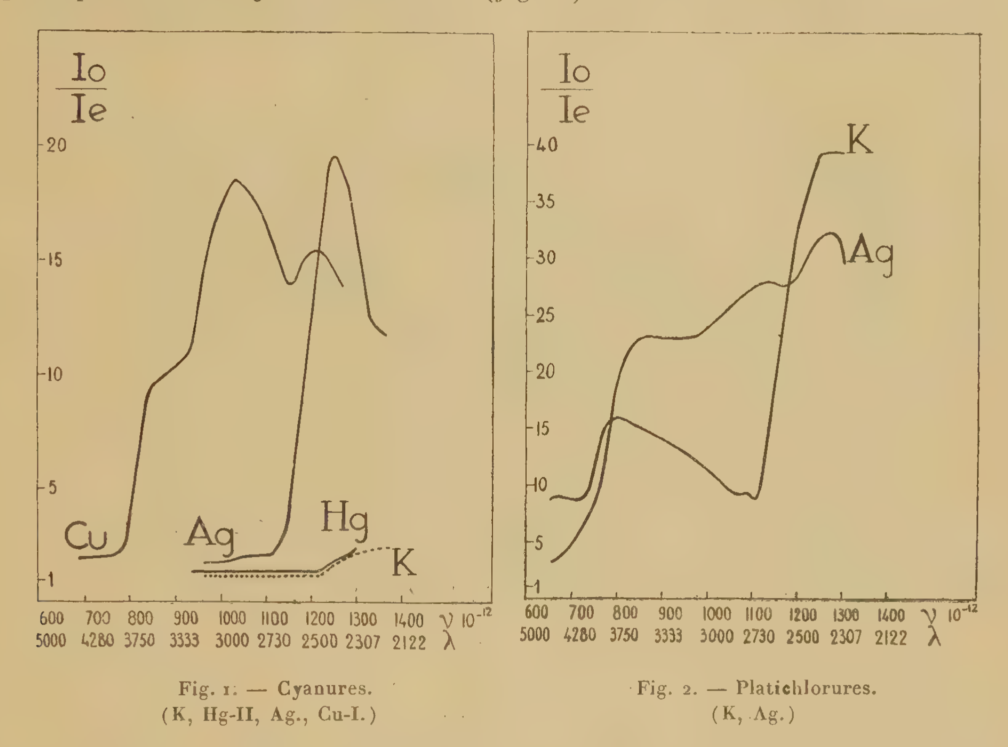


Fig. 1. — Cyanures.
(K, Hg-II, Ag., Cu-I.)

Fig. 2. — Platichlorures.
(K, Ag.)

Le sel de potassium a, en particulier, autour de 3000 Å, une région de transparence relative qui fait défaut au sel d'argent. Mais ils ont, l'un à 3750 Å et à 2400 Å, l'autre à 3530 Å et à 2350 Å, chacun une bande d'absorption et un palier caractéristiques de l'anion platichlorhydrique (4), et leurs spectres restent comparables.

Il en va tout autrement pour les cyanures. Les spectres du cyanure d'argent et du cyanure cuivreux, qui présentent une certaine analogie, s'écartent tout à fait de celui du cyanure de potassium et de celui du cyanure de mercure qui sont presque confondus. Alors que ces derniers sont pratiquement transparents jusqu'à 2450 Å, les deux premiers ont un véritable spectre de bandes et l'absorption atteint 95 %.

Il semble bien que le remplacement du potassium par l'argent ou le cuivre ne suffise pas à l'expliquer et qu'ainsi se trouve mise en évidence une différence de constitution en faveur de laquelle on ne pouvait invoquer, jusqu'à présent, que des considérations d'ordre chimique.

---

(4) Ces accidents se retrouvent, en effet, sur le spectre du sel de sodium dissous dans l'eau : palier à 3690 Å, bande à 2610 Å (ce spectre a d'ailleurs tout à fait la même allure que celui du sel d'argent solide).

MÉTALLOGRAPHIE. — *Phénomènes observés lors du chargement en hydrogène du fer monocristallin et polycristallin.* Note de MM. **Léon Moreau**, **Georges Chaudron** et **Albert Portevin**, présentée par M. Paul Lebeau.

Nous avons préparé des monocristaux de fer de quelques centimètres de côté, donc de dimensions suffisantes pour faire des essais mécaniques. On opérait de la façon suivante, indiquée par Edwards et Pfeil (1) :

On a employé des éprouvettes de fer électrolytique fondu dans le vide et de fer Armco ayant 15^{cm} de longueur totale, $0^{cm},3$ d'épaisseur et 2^{cm} de large. Après recuit dans l'hydrogène à 800° pendant 24 heures, les éprouvettes subissaient des allongements de 3,5 % et elles étaient recuites 96 heures à 880°. Comme l'ont observé Edwards et Pfeil, il est souvent difficile d'éviter

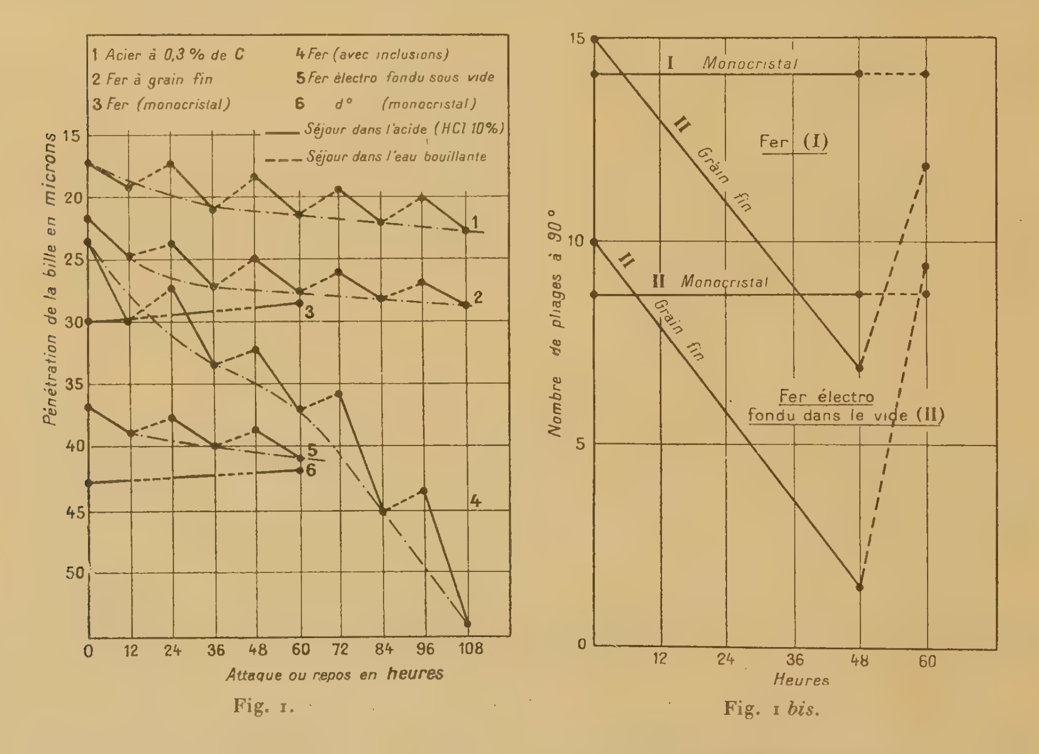


Fig. 1. Fig. 1 *bis*.

la formation superficielle d'une couche de très petits cristaux, que nous avons éliminés mécaniquement ou par attaque.

Nous avons suivi les variations de microdureté de ces monocristaux en fonction du temps d'attaque et de la quantité de gaz absorbé par le réseau. On constate que la dureté croît lentement ; après 60 heures d'attaque, la quantité de gaz extraite par bombardement ionique est de l'ordre de 20^{cm^3} aux 100^g.

Au contraire, lorsqu'on répète ces mesures sur des échantillons polycris-

(1) *J. Iron Steel Inst.*, **109**, 1924, p. 129.

tallins de ces mêmes métaux, on observe des pénétrations de la bille de plus en plus importantes en fonction du temps d'attaque. Par séjour dans l'eau bouillante on tend à revenir vers la valeur de la pénétration initiale. On obtient ainsi des diagrammes indiqués sur la figure 1. Le dosage des gaz libérés dans le vide, l'examen métallographique (*fig.* 2) montrent dans tous

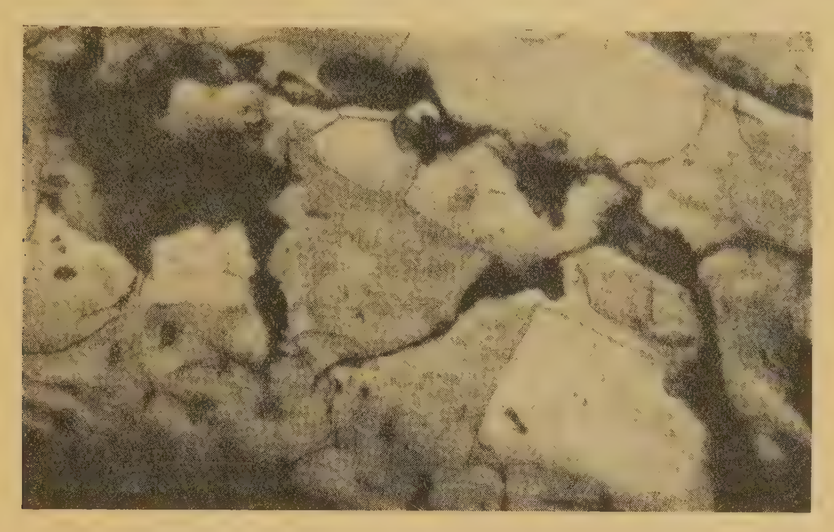


Fig. 2. — Fer après attaque de 12 heures dans ClH 10 %.

ces cas qu'il s'est formé parallèlement à la surface du métal et en général entre la deuxième et la troisième couche de cristaux (²), des poches de gaz. Sur nos plus grands échantillons de monocristaux nous avons fait des essais de pliage après attaque. Comme nous l'indiquons sur les diagrammes de la figure 1 *bis*, le nombre de pliages reste constant. Sur la même figure, nous avons également indiqué les nombres de pliages avec les éprouvettes témoins polycristallines (nous donnons également pour ces dernières éprouvettes la diminution de la fragilité après un séjour de 12 heures dans l'eau bouillante).

Le fer monocristallin ne prend donc pas de fragilité au cours de l'attaque aux acides.

Il ne semblerait pas en être de même si le cristal est attaqué sous une certaine tension mécanique; il paraît alors que le cheminement de l'hydrogène fait apparaître les défauts du réseau ou peut-être sa structure mosaïque. C'est cette étude que nous poursuivons.

(²) Le phénomène peut être reproduit après enlèvement mécanique des couches altérées ou d'une épaisseur correspondante de métal sur un échantillon vierge.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction par l'hydrogène gazeux des oxydes de plomb et des oxydes d'argent.* Note (¹) de M. **Jean-Michel Dunoyer**, présentée par M. Paul Lebeau.

Nous publions ici les résultats de travaux entrepris au début de 1939. Ils font suite aux études publiées sur l'anhydride chromique (²) et sur le bioxyde de manganèse (³).

Une masse donnée d'hydrogène, desséché par l'anhydride phosphorique, circulait, en traversant une couche pulvérulente de l'oxyde étudié, dans un appareil comprenant un manomètre permettant l'enregistrement photographique des variations de pression en fonction de la température. Le tube contenant l'oxyde étudié était chauffé par un four électrique dont la température était linéairement croissante en fonction du temps.

Oxydes de plomb (*fig.* 1). — La réduction de PbO^2 (courbe I) débute

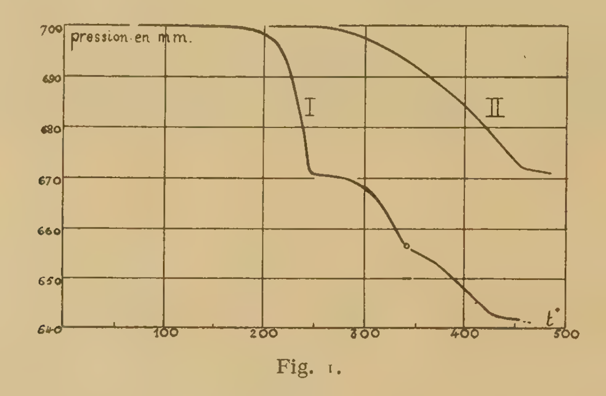


Fig. 1.

lentement vers 175° et devient rapide aux environs de 200° pour donner PbO, lequel se réduit à son tour aux environs de 275°, ce qui est contraire aux résultats publiés par John (⁴).

Sur la partie de la courbe représentant la réduction de PbO en plomb métallique, on observe un changement de pente vers 340°, qui pourrait correspondre au passage par Pb^2O; il ne nous a pas été possible d'arrêter la réaction à cet oxyde, quoique Sabatier et Espil (⁵) pensent l'avoir obtenu par réduction.

D'après nos expériences, il semble que le sous-oxyde entre en réaction dès sa formation.

(¹) Séance du 9 mars 1942.

(²) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 520.

(³) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1018.

(⁴) *J. Phys. Chem.*, 33, 1929, p. 1438.

(⁵) *Comptes rendus*, 159, 1914, p. 137.

Nous avons également étudié la réduction de PbO préparé en le précipitant par l'ammoniaque d'une solution de nitrate de plomb et en séparant le précipité à 100°. Le corps ainsi obtenu fournit un dégagement gazeux incompatible avec la formule PbO, ce qui confirmerait une observation ancienne de Calvert ([6]) qui, par ce procédé, a obtenu un corps auquel il attribue la formule Pb, AzH^4O.

La réduction de la litharge jaune est représentée par la courbe II; la réaction débute aussi vers 275°, mais sa vitesse est inférieure à celle de l'oxyde obtenu au cours de la réduction de PbO^2. La réduction de la litharge ne laisse voir aucune trace du passage par Pb^2O.

Oxydes d'argent (*fig*. 2). — L'oxyde employé était obtenu en le précipitant

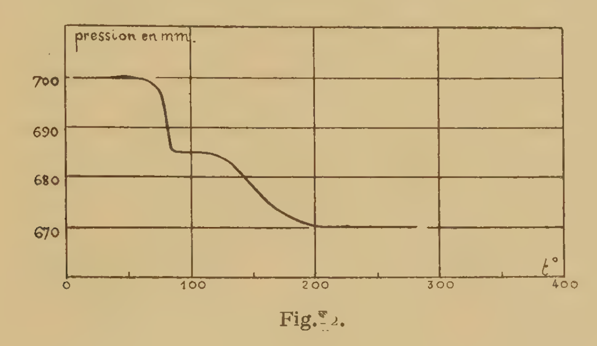


Fig. 2.

par la potasse d'une solution de nitrate d'argent. Ag^2O reste toujours légèrement humide, néanmoins, séché à 85°, il ne contient plus, d'après Host-Madsen ([7]), que 0,13 % d'eau.

La réduction de Ag^2O commence vers 50° et devient extrêmement rapide aux environs de 70°. La température de 100°, anciennement donnée par Wöhler ([8]) pour le début de la réaction, est sans doute erronée. La figure 2 montre très nettement la formation de Ag^4O, qui est lui-même réductible à 125°, pour fournir l'argent métallique.

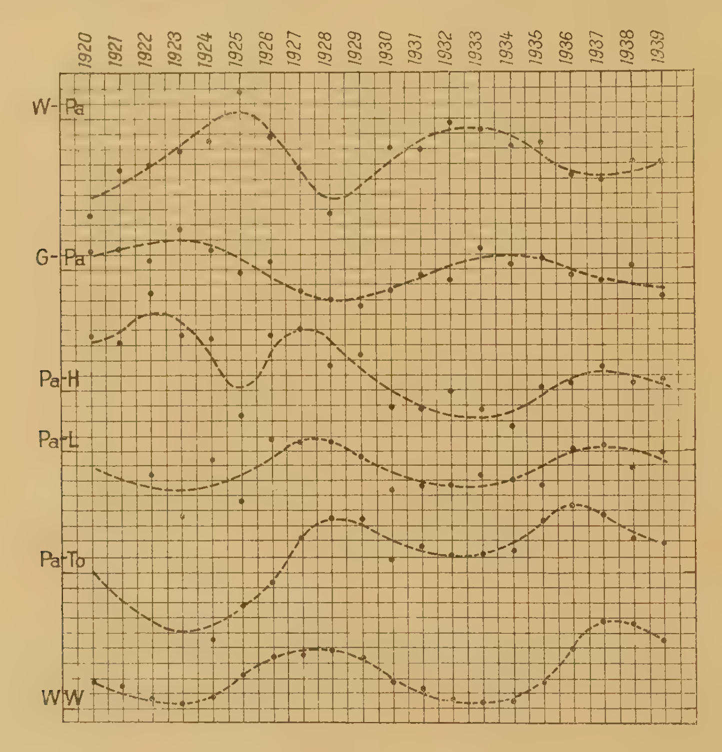
L'apparition du sous-oxyde a déjà été signalée par Glaser ([9]), mais il donne 63° comme température de réduction de Ag^4O, ce qui est incompatible avec la courbe ci-dessus.

Les spectres X de l'oxyde et du sous-oxyde d'argent obtenus par réduction sont identiques. Néanmoins, la netteté de la courbe est telle que la formation de Ag^4O n'est pas douteuse; si l'on arrête l'accroissement de la température vers 100°, le palier correspondant à Ag^4O se prolonge indéfiniment.

([6]) *Comptes rendus*, **22**, 1846, p. 480.
([7]) *Z. anorg. Chem.*, **79**, 1912, p. 195.
([8]) *Liebig's Ann.*, **30**, 1839, p. 4.
([9]) *Z. anorg. Chem.*, **36**, 1903, p. 1.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations séculaires et périodiques des longitudes.* Note de M. **Nicolas Stoyko**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Les comparaisons continues des longitudes faites au Bureau international de l'Heure, à l'Observatoire de Paris, depuis 1920, peuvent servir à l'étude des variations séculaires et périodiques des longitudes. Actuellement, nous possédons ces résultats pour un intervalle de 20 ans. Ils ont été calculés en utilisant les différents catalogues d'étoiles fondamentales, Auwers, Boss, Eichelberger, Newcomb. Pour rendre ces résultats comparables entre eux, nous les avons ramenés au système FK3, lequel est utilisé depuis 1940 par les



services horaires. Nous donnons, pour les 20 dernières années, les variations des longitudes de Greenwich (G), de Hambourg (H), de Leningrad et de Poulkovo (L), de Tokyo (To) et de Washington (W) par rapport à Paris (Pa). Elles sont rapportées sur la figure ci-dessus à l'échelle de $0^s,01$ par division du graphique. Nous avons rapporté aussi, sur le même graphique et pour le même intervalle, les nombres relatifs de Wolf-Wolfer (WW) concernant l'activité solaire à l'échelle de 20 unités par division.

On peut supposer, dans l'intervalle 1920-1929, l'existence d'un terme séculaire dans la variation des longitudes, savoir l'éloignement annuel de l'Amérique du Nord de 36^{cm} ($0^s,0011$) et du Japon de 171^{cm} ($0^s,0052$) par rapport à

l'Europe. Pour 1930-1939, on trouve un rapprochement annuel de l'Amérique de 7^{cm} ($0^s,0002$) et un éloignement du Japon de 13^{cm} ($0^s,0004$) par rapport à l'Europe. Dans cet intervalle, l'existence d'un terme séculaire dans la variation des longitudes n'est donc pas réellement décelable.

Au contraire, on remarque l'existence d'une variation périodique assez nette des longitudes. L'amplitude de cette variation, compte tenu de la diminution de l'erreur accidentelle dans la détermination des longitudes, est presque la même pour les deux intervalles considérés (1920-1929, 1930-1939).

En comparant les courbes de variation des longitudes avec la courbe des nombres de Wolf-Wolfer relatifs à l'activité périodique solaire, on remarque que cette courbe, ou son inverse (1), présente des oscillations concordantes avec celles des longitudes. Ce parallélisme est même meilleur pour le deuxième intervalle (pour lequel l'erreur moyenne est plus faible) que pour le premier. La période moyenne de variation des longitudes est de 9,2 ans, celle de l'activité solaire (pour le même intervalle total de 20 ans) de 9,5 ans. En moyenne, aux fortes variations de longitudes correspondent de fortes variations d'activité solaire. Ainsi il semble bien exister une corrélation entre les deux phénomènes.

Nous avons discuté deux hypothèses :

1° pulsations de la Terre, considérée comme un corps élastique;

2° contractions et dilatations de la couche superficielle (déplacement des continents).

Nous avons envisagé deux cas : celui d'un intervalle total de 20 ans en utilisant 5 observatoires et celui d'un intervalle de 8 ans en utilisant 15 observatoires. Nous avons trouvé que la deuxième hypothèse, celle d'un déplacement périodique des Continents, ne corrige en aucun cas les résultats d'observation, tandis que l'hypothèse des pulsations de la Terre les améliore. Des variations moyennes du rayon du parallèle terrestre de 45°, de $2^m,6$ dans le premier cas et de $2^m,1$ dans le second, sont suffisantes pour expliquer les variations périodiques des longitudes.

Ainsi, actuellement, tandis que les variations séculaires des longitudes sont presque inexistantes, ou trop faibles pour être décelées, il semble exister des variations périodiques de longitudes provenant de la pulsation de la Terre, considérée comme un corps élastique et en corrélation étroite avec l'activité solaire.

Remarques au sujet de la Note précédente, par M. Ernest Esclangon.

Depuis vingt ans, nous avons accumulé au *Bureau international de l'Heure*, dont la direction a été confiée à l'Observatoire de Paris par l'Union interna-

(1) Car les allongements sur une partie doivent être compensés par des raccourcissements sur d'autres parties.

tionale astronomique, une masse considérable de documents dont la mise en œuvre comporte, dans des voies diverses, des applications à des recherches scientifiques importantes.

La connaissance ultra-précise de l'heure ne présente pas en soi un intérêt exceptionnel, mais elle permet d'aborder des problèmes nouveaux tels que la variation des longitudes, la vitesse des ondes radioélectriques, l'irrégularité de la rotation terrestre etc.

En ce qui concerne les longitudes, l'Observatoire reçoit quotidiennement les signaux horaires radioélectriques de plus de 20 observatoires permanents répartis dans le monde entier et émet lui-même, plusieurs fois par jour, des signaux scientifiques dont la précision horaire dépasse le centième de seconde. Cela revient à dire, en un sens, que chaque jour on peut déterminer ainsi avec une extrême précision la longitude d'une vingtaine de points distribués en diverses régions du globe terrestre. La comparaison systématique de ces déterminations doit donc conduire à la solution du problème de la *variation des longitudes* et par suite à celle du déplacement relatif des Continents.

Ce sont les résultats de cette mise en œuvre, portant actuellement sur les documents accumulés en 20 ans, qui font l'objet de la Note ci-dessus.

Deux points doivent être nettement distingués dans les conclusions :

1° *Il n'existe pas de déplacement notable* progressif et continu (les astronomes disent variation séculaire), du moins pour les latitudes moyennes, entre le Continent américain et l'Europe d'une part, entre l'Europe et le Japon d'autre part.

La moyenne de 20 ans se traduirait en effet par un éloignement annuel de l'Amérique du Nord, par rapport à l'Europe de 15^{cm}, un éloignement du Japon de 90^{cm}. Nous sommes loin des chiffres prévus par la théorie de Wegener, lesquels atteignent des mètres et des dizaines de mètres par an. Ce point paraît désormais éclairci en ce qui concerne les déplacements correspondants aux latitudes moyennes.

2° Les observations paraissent donner d'assez importants *déplacements relatifs et périodiques* pouvant dépasser une dizaine de mètres en amplitude et qui, de plus, seraient en relation avec la période d'activité solaire. La question est ici beaucoup plus délicate.

La liaison de ces variations avec la période solaire est assez surprenante et l'interprétation en reste actuellement sujette à discussion. M. Stoyko les attribue à une déformation périodique de la Terre en rapport avec l'activité solaire, déformation qui aurait pour effet de rendre périodiquement elliptiques les parallèles terrestres. Ceci mérite examen. En admettant quelque action mécanique inconnue, directe ou indirecte, qui se manifesterait non seulement dans le Soleil mais aussi, par réaction, dans notre système planétaire tout entier, il faudrait supposer, puisque la déformation n'est pas symétrique autour de

l'axe terrestre, qu'il y aurait, vis-à-vis de cette action sur notre globe, des directions privilégiées constituées par les axes de dilatation et de compression de cette déformation, de sorte que la constitution du globe serait hétérogène vis-à-vis tout au moins de cette action particulière. Ce n'est pas absolument impossible, mais cela demande vérification. Quant au fait qu'une telle hypothèse permet de corriger les résultats, il ne faut pas perdre de vue qu'elle comporte deux paramètres (amplitude et phase), et que toute hypothèse susceptible d'introduire ainsi une variation sinusoïdale est de nature à permettre des corrections analogues.

Il y a lieu d'envisager aussi une autre hypothèse. Les longitudes sont déterminées par signaux radiotélégraphiques. La vitesse de propagation de ces signaux intervient. Ils ne se propagent d'ailleurs pas en ligne droite et subissent des réflexions successives sur les couches ionisées de la haute atmosphère, lesquelles, dans leur nature et leur altitude, sont en corrélation avec l'activité solaire. C'est ainsi qu'il suffirait d'une variation de quelques millièmes de seconde dans la durée de transmission des signaux d'Europe en Amérique pour produire une apparence de variation de longitude correspondant à un déplacement linéaire supérieur à un mètre. Certes, une telle variation sur une durée totale de transmission qui est de $1/40^e$ de seconde est importante, mais il ne faut pas oublier que cette transmission a lieu par réflexions successives sur des couches dont l'altitude peut comporter des variations notables.

L'ensemble des résultats acquis jusqu'ici, et qui d'année en année gagnent en nombre et en précision, indique la nature des recherches à poursuivre; d'abord confirmer sans ambiguïté les relations apparentes ou réelles entre les variations de longitude et la période solaire; étudier systématiquement les variations apparentes ou absolues de la vitesse de propagation des ondes radioélectriques à la surface du globe (peut-être même de celle de la lumière) et leurs relations avec l'activité solaire, sans abandonner à priori tout autre hypothèse vraisemblable et en poursuivre la vérification. Le Bureau de l'Heure a été, depuis 10 ans, l'objet de développements, de transformations, de perfectionnements considérables dans son outillage et son organisation scientifiques, ce qui permettra de rendre d'autant plus faciles et plus efficaces les recherches prévues.

Les courbes de la Note ci-dessus paraissent comporter des variations de longitude qui ne sont pas toutes en rapport direct avec l'éloignement des points terrestres considérés. Il y a donc lieu également d'envisager la possibilité de déplacements relatifs et localisés de la surface terrestre; déplacements en quelque sorte indépendants les uns des autres et qui peuvent comporter, supplémentairement, des variations de niveau.

MÉTÉOROLOGIE. — *L'analyse des pluies annuelles à Paris.*
Note de M. **Vladimir Frolow.**

La série analysée s'étend sur 118 années entre 1921 et 1938. L'écart entre le maximum (831^{mm}) et le minimum (279^{mm}) est de 552^{mm}; cette valeur servira de terme de comparaison aux résultats d'analyse.

La considération du graphique des données montre déjà que des tendances persistantes se sont manifestées tant dans la marche générale croissante ou décroissante du graphique, que dans la répétition des formes dans des intervalles de temps limités (entre 1860 et 1880 en particulier).

L'analyse de cette série a été faite par la méthode de combinaisons linéaires d'ordonnées, due à M. et Mme Labrouste ([1]). Les combinaisons multiples employées ont été assez peu sélectives, la somme de leurs indices ne dépasse pas 3,3 fois la période des composantes isolées. Celles-ci restent certainement complexes et leurs graphiques le montrent bien; mais avec la longueur actuelle de la série il n'y a pas lieu de les mieux préciser. Le dessin accompagnant cette Note reproduit les résultats d'analyse et le Tableau suivant donne l'amplitude maximum et l'importance relative de celle-ci pour les différentes composantes.

Période appr. (ans).......	32.	17.	9,7.	6.	4.	3.	2.	Reste.	Données.
Ampl. max (mm)........	68	81	74	246	194	152	131	117	552
Imp. relative (%).......	12,3	14,7	13,5	44,5	35,2	27,5	23,7	21,0	100,0

Il est visible par ce tableau que les composantes de période de quelques années seulement sont les plus importantes, et cela explique la répétition des formes du graphique. Cependant l'importance des composantes longues qui sont contenues dans le reste est considérable, et il s'ensuit la persistance de l'allure générale du graphique des données.

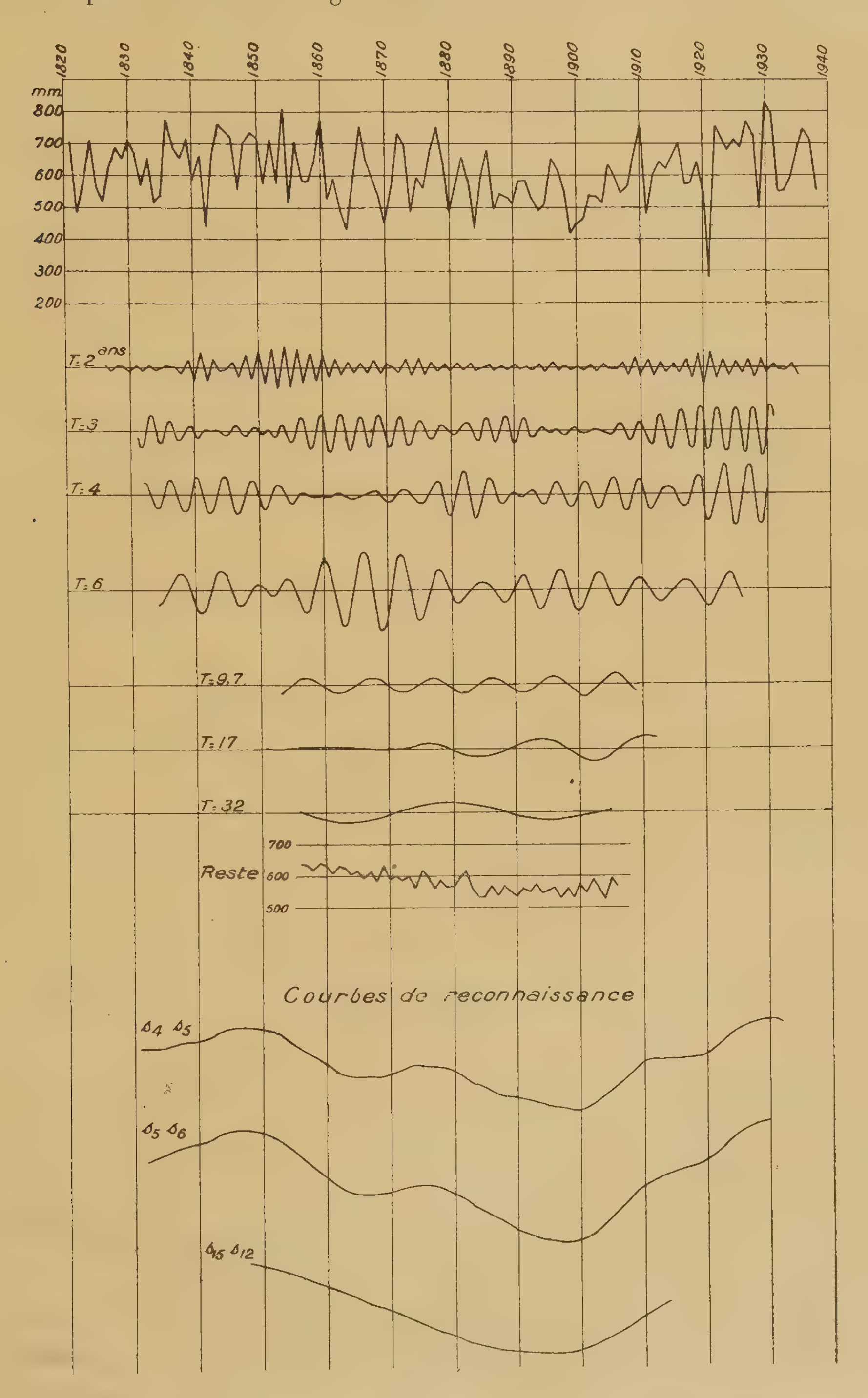
Le reste, obtenu par soustraction de la somme des composantes des données, se développe sur 117^{mm}, mais ses dentelures ne dépassent pas 80^{mm}, soit 15 % de l'écart des données extrêmes, tandis que les dentelures du graphique des données en atteignent 60 %. Ainsi la partie aléatoire des données est assez faible pour justifier ce premier développement de la série en une somme de pseudo-sinusoïdes.

On voit nettement sur la figure que, pour une part importante, le Reste est dû à des composantes de périodes plus longues, que le calcul ne peut atteindre, la série étant insuffisamment longue. La courbe de reconnaissance $s_{15}s_{12}$ montre qu'un nombre restreint de sinusoïdes suffirait probablement pour épuiser la série qui serait alors représentée par la somme d'une dizaine de composantes seulement.

Utilisation pour la prévision. — Les courbes de reconnaissance $s'_4 s_3$, $s_6 s_5$ et $s_{15}s_{12}$ ont une marche très régulière; l'extrapolation de ces courbes est donc un moyen

([1]) *Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France*, 64, 1940.

pour estimer la chute totale une année à l'avance. Il faut partir de chacune des courbes séparément et corriger les valeurs estimées de leurs ordonnées de



manière à aboutir à une prévision satisfaisant l'allure continue des trois courbes de reconnaissance envisagées. Les tentatives faites ont montré que le procédé

indiqué de la prévision a une précision d'au moins 15 % de l'écart des données extrêmes, ce qui correspond aux inégalités propres du reste.

Il faut noter aussi qu'au lieu d'envisager le total des pluies de l'année civile, on peut les cumuler par intervalle de n'importe quels 12 mois consécutifs. En traitant les séries ainsi constituées comme il a été fait ici, on obtiendrait des renseignements intéressant plus particulièrement les différentes productions agricoles.

MYCOLOGIE. — *Un* Aspergillus *pathogène nouveau,* Aspergillus fumigatoïdes *variété* roseus *nov. sp.* Note [1] de M. **Auguste Sartory.**

L'espèce que nous décrivons a été trouvée sur des plumes putrescentes de pigeon jetées sur un tas de fumier.

Caractères botaniques. — Examinée directement au microscope, cette espèce cryptogamique présente un mycélium large de 2 à 3$^{\mu}$ formant un tissu assez serré. Ce Champignon possède des supports conidiophores dressés, de 110 à 300$^{\mu}$, rose pâle plus foncé sur le sommet où ils se renflent graduellement en tête sphéroïdale de 35 à 40$^{\mu}$ et couverte seulement dans la moitié ou les deux tiers supérieurs de basides de 6 à 14-15$^{\mu}$ (souvent plus courtes au voisinage du sommet). Les conidies sont rondes et roses, parfois légèrement elliptiques de 2 à 3$^{\mu}$. Nous sommes donc en présence d'un Champignon du genre *Aspergillus.* Le fait le plus curieux réside dans la formation de périthèces sur tous les milieux solides usuels employés en mycologie parasitaire. Ces périthèces apparaissent le plus souvent entre le 10e et le 12e jour (température de + 24-30°). Les débuts de ces formes sexuées sont signalés par un filament qui s'enroule en tire-bouchon. Pendant l'enroulement le rameau est dépourvu de cloisons; celles-ci apparaissent un peu plus tard au moment où les tours de spires augmentent de diamètre. L'ascogone grandit, il en résulte de petites proéminences qui ressemblent assez bien à des sclérotes. Ce sont en réalité des périthèces de 60 à 90$^{\mu}$. Ils sont assez nombreux et forment des amas superposés, d'autant plus visibles que le plus souvent ils se produisent sans être masqués par les appareils conidiens. A l'intérieur de ces formations, nous trouvons des asques sphériques ou ovales de 20 à 25 et même 30$^{\mu}$ de long sur 14 à 18$^{\mu}$ de large. Le nombre des ascospores est le plus souvent de 8, quelquefois, mais rarement de 4 à 5, 6 ou 7. Ils sont sphériques, lisses, de dimensions comprises entre 3 ou 3$^{\mu}$,5. L'optimum cultural est compris entre 34-35°; toutefois cet organisme végète fort bien à + 38°. Il cesse de végéter à + 43°. Les cultures s'obtiennent très aisément sur pomme de terre ordinaire, acide ou glycérinée, donnant un mycélium d'abord blanc, puis franchement rose, puis des périthèces également roses. Le champignon liquéfie la gélatine vers le 4e-5e jour. Le sérum coagulé et l'albumine d'œuf ne sont pas

(1) Séance du 2 mars 1942.

attaqués. Le lait est coagulé vers le 7e-8e jour, il y a précipitation de la caséine et peptonification de cette dernière. Le liquide de Raulin constitue un excellent milieu. Le saccharose est dédoublé ainsi que le maltose et le lactose. Il y a liquéfaction de l'empois d'amidon et production de sucre réducteur. Le glucose n'est pas attaqué. Cette espèce est très pathogène pour le Lapin et le Cobaye et les lésions produites sont comparables à celles produites par l'*Aspergillus fumigatus* Fresénius.

Les caractères morphologiques et biologiques, l'étude expérimentale (que nous exposons complètement dans un prochain Mémoire) nous permettent de ranger cette espèce à côté de l'*Aspergillus fumigatus* et de l'*Aspergillus fumigatoïdes* A. Sartory et G. Bainier.

En réalité, elle ressemble beaucoup par la disposition de ses appareils conidiens à l'*Aspergillus fumigatus* type Fresenius, mais elle en diffère par la coloration rose de son mycélium et de ses spores (gris fuligineux pour l'*Aspergillus fumigatus*). De plus, l'*Aspergillus fumigatus* ne donne de périthèces que dans des cas très rares (action du radium sur les cultures); notre organisme est susceptible d'en donner sans difficulté tout comme l'*Aspergillus fumigatoïdes* dont la couleur du mycélium et des spores se rapproche de l'*Aspergillus fumigatus*. Les propriétés biologiques de notre espèce sont légèrement différentes de celles des *Aspergillus fumigatus* et *fumigatoïdes*. Le pouvoir pathogène est voisin de celui de l'*Aspergillus fumigatus* et nettement supérieur à celui de l'*Aspergillus fumigatoïdes*.

Conclusion. — De par sa morphologie, nous pouvons conclure que nous avons affaire à un Champignon du genre *Aspergillus Micheli* (*Eurotium*) voisin de l'*Apergillus fumigatoïdes*, mais de couleur rose possédant des ascospores lisses et non échinulées. Cette espèce est très pathogène; nous la considérons comme un organisme nouveau et nous proposons pour elle le nom d'*Aspergillus fumigatoïdes*, variété *roseus*.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Capacité d'imbibition chez les graines et semences mûres.* Note de M. NIHOUS.

Nous appelons *taux d'imbibition* le poids de l'eau absorbée par 100^g de graines sèches. Nous le déterminons en immergeant les lots de graines dans de l'eau stérilisée, à température constante ($t = 20^\circ$) jusqu'à poids constant.

Cette détermination présente des difficultés chez certaines graines où la germination se déclenche très rapidement. Mais l'expérience montre que dans la généralité des cas *l'immersion complète* dans l'eau, c'est-à-dire dans un milieu faiblement aérobie, à $t = 20^\circ$, donne de très bons résultats et nous nous sommes d'ailleurs toujours assuré que l'accroissement de poids qui s'atténue progressivement et tend à s'annuler à la fin des essais, ne présente aucune reprise, qui trahirait avec beaucoup de netteté les premières manifestations de la germination.

Le taux d'imbibition ainsi déterminé n'est qu'un *taux apparent*. En effet graines et semences, outre l'embryon, contiennent des éléments inertes (téguments de la graine, péricarpe desséché et éventuellement d'autres annexes).

Nous appelons *taux réel* d'imbibition le taux de l'embryon nu (avec son albumen, s'il existe).

Dans certains cas, les taux apparents et réels pour une espèce déterminée sont identiques ou très voisins, notamment quand les téguments n'interviennent que pour une faible part dans le poids de la graine (*Phaseolus* et *Pisum*).

Dans d'autres cas, ils sont très différents. Ces différences proviennent de causes diverses :

a. de la grande porosité des enveloppes (*Bidens tripartita*);

b. des lacunes importantes comprises entre l'embryon et les membranes (*Cucurbita maxima*);

c. du fait que les enveloppes, fraction relativement importante du poids de la graine ou de la semence, possèdent un taux d'imbibition très différent de celui de l'embryon (*Sinapis arvensis* où les téguments sont imprégnés de matières mucilagineuses).

La détermination du *taux réel* peut donc être obtenue :

1° en immergeant les graines complètes dont les téguments sont incisés dans le cas où ceux-ci sont fins et, par leur faible masse, n'influent pas sur le taux réel;

2° en éliminant les enveloppes avant les essais. On peut y arriver par décortication si les graines sont assez grosses et si elles n'adhèrent pas fortement. Dans le cas contraire, on peut les décoller par trempage préalable, ou les éliminer en attaquant les graines par l'acide sulfurique à 66° Baumé de façon à désagréger les enveloppes sans altérer les embryons.

En général l'imbibition de l'embryon nu progresse rapidement pendant les premières heures d'immersion (6 à 7 heures chez *Phaseolus Pisum*), et la courbe représentative en fonction du temps, correspondant à ce stade, est fortement ascendante. Elle s'atténue dans les quelques heures qui suivent et tend progressivement vers une parallèle à l'axe des abscisses (temps). Ces courbes d'imbition sont caractéristiques.

Les courbes d'imbibition de la graine entière ne le sont pas moins. En effet les enveloppes retardent souvent la pénétration de l'eau, l'accélèrent parfois si elles sont spongieuses. L'obstruction totale et temporaire d'une membrane à la pénétration de l'eau se traduit par un palier d'importance variable.

Voici quelques taux % d'imbibition de l'embryon nu choisis parmis ceux que nous avons mesurés : *Phaseolus*, 105; *Pisum*, 95; *Pirus malus*, 58; *Lepidium campestre*, 53; *Reseda lutea*, 36; *Cucurbita maxima*, 45; *Cucumis Melo*, 42, etc. De nombreux essais concordants témoignent de la stabilité de ce taux pour une espèce déterminée, *chez les graines qui ont achevé leur maturation complète*

sur la plante mère. Malgré la diversité de sol, de milieu et des variantes apportées à la technique, les fluctuations sont faibles et n'excèdent pas 2 à 5 % [imbibition dans l'eau sucrée (saccharose à 5 %) ou dans l'eau de la canalisation].

Nous insistons sur la condition de maturité préalable car, chez les graines sèches recueillies à un stade encore très éloigné de la maturité complète, les taux d'imbibition sont très élevés (300 à 500 %) et décroissent progressivement avec le développement de la maturation. Inversement la variabilité du taux d'imbibition des graines extraites fraîches des fruits de certaines Rosacées (*Prunus*, *Pirus* etc.), puis desséchées, montre combien ces graines atteignent difficilement la maturité complète, et ceci est corroboré par leurs faibles capacités germinatives.

L'évaluation des taux réels de nombreuses graines mûres nous a montré, en dépit de rares exceptions, que des études ultérieures permettront d'interpréter, que le taux % dans une même famille varie peu : Légumineuses (95-105), Crucifères (50-55), Composées (75-80), Cucurbitacées (40-45).

Le taux d'imbibition, critère de l'état de maturation auquel la graine a été recueillie et caractéristique de l'espèce et de la famille, acquiert ainsi une haute généralité.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Croissance* in vitro *des aiguilles d'oxalate de calcium formant les raphides dans le mucilage de* Zebrina pendula *Schnizl.* Note de M[lle] **Thérèse Pobeguin**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Lorsqu'on met en contact de l'acide oxalique ou un oxalate soluble avec un sel soluble de calcium, l'oxalate neutre de calcium précipite immédiatement, sous forme d'une poudre cryptocristalline correspondant au sel monohydraté. Dans les tissus végétaux, on trouve très fréquemment des cristaux d'oxalate de Ca à formes nettes, soit du monohydrate appartenant au système monoclinique, soit du trihydrate appartenant au système quadratique. Il est très difficile d'obtenir des cristaux artificiels bien formés d'oxalate de Ca, de taille suffisante pour en permettre l'étude : il faut faire agir de très faibles concentrations, pendant un temps très long, et les qualités physiques du milieu où se forment les cristaux jouent un rôle important. Le monohydrate, dans beaucoup de plantes, appartenant pour la plupart aux Monocotylédones, cristallise en aiguilles allongées se groupant en paquets ou raphides. A ma connaissance, il n'a pas été possible jusqu'à présent de reproduire *in vitro* les raphides, ni même de faire apparaître des cristaux très allongés de monohydrate, si fréquents dans les plantes.

Chez une Commélinacée, *Zebrina pendula*, on trouve dans la tige et les feuilles des cellules allongées, disposées en files, remplies d'un mucilage épais, sous pression, qui perle dès qu'on sectionne un membre du végétal. Chaque cellule contient un paquet d'aiguilles d'oxalate de Ca que le mucilage

entraîne avec lui à sa sortie de la plante. Si donc on sectionne successivement chaque entrenœud d'une tige de *Zebrina pendula*, on peut obtenir une sorte de boulette de mucilage qui, d'abord assez fluide et transparent, devient rapidement ambré, plus opaque, prenant une consistance élastique. Ce mucilage n'est pas miscible à l'eau, et on peut l'y conserver un certain temps. Examiné au microscope dès sa sortie de la plante, il montre de nombreuses aiguilles d'oxalate de Ca, plus ou moins dissociées ou encore groupées en paquets, qui préexistaient dans les tissus du *Zebrina*; on y voit également des cristaux de tartrate de Ca, qui se forment aussitôt après la section (1); légèrement solubles, ils disparaissent assez rapidement lorsqu'on met la boulette de mucilage dans l'eau.

Les raphides varient de taille : elles sont plus grandes dans la zone médiane de l'entrenœud, plus petites aux environs des nœuds et surtout dans les parties voisines du bourgeon terminal. Cependant, si l'on sectionne chaque entrenœud vers le milieu, sans prélever le mucilage de la partie terminale du rameau, on obtient des aiguilles variant assez peu de taille. Examinées au microscope polarisant, ces aiguilles montrent des teintes de biréfringence assez faibles, blanc jaunâtre et jaune de premier ordre; quelques aiguilles montent à l'orangé et même jusqu'à la première teinte sensible.

Si, au lieu de mettre la boulette de mucilage, obtenue comme il vient d'être indiqué, dans l'eau, on la place dans une solution très étendue d'acide oxalique (de l'ordre de 1 à 2 ‰), on constate, au bout d'une huitaine de jours, que la teinte générale de biréfringence a monté, et que la majorité des aiguilles sont jaune orangé, un plus grand nombre d'entre elles atteignant la teinte sensible, et même le bleu. De fait, une mensuration précise indique une légère augmentation de longueur et d'épaisseur, qui aurait facilement passé inaperçue en lumière naturelle. Or le mucilage, à sa sortie de la plante, contient un excès de calcium : il semble donc qu'en présence d'acide oxalique ce calcium se soit fixé sur les aiguilles d'oxalate déjà formées pour les *nourrir*. Si maintenant, après avoir soigneusement lavé à l'eau distillée pendant plusieurs heures la boulette de mucilage, on la plonge dans une solution très diluée d'acétate de Ca (1 à 2 ‰), on constate que le phénomène continue : le mucilage a dû s'enrichir par diffusion en acide oxalique, et par apport de calcium les raphides augmentent encore légèrement de longueur et d'épaisseur. Il en est de même si, après lavage, on les place de nouveau en milieu oxalique.

Ainsi, par des alternances d'apport de calcium et d'acide oxalique, j'ai pu provoquer la croissance de ces cristaux, si particuliers aux tissus végétaux, dans un milieu qui n'a plus rien de vivant. Voici les résultats d'une expérience :

---

(1) *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 87, 1940, p. 363.

	Longueur des aiguilles.	Moyenne pour 40 mesures.	Largeur des aiguilles.
Mucilage normal	μ 100 à 130	μ 120	μ 4 à 5
Après 9 jours d'expérience	130 160	140	4,5 6
» 30 »	160 190	177	5 6,5

Après 3 mois d'expérience, de grosses aiguilles pouvant aller jusqu'à 210^{μ} de longueur et jusqu'à 7^{μ} de largeur; des aiguilles moyennes; de petites aiguilles, depuis 50^{μ}.

Dans toutes les dernières préparations on est frappé par la variabilité de taille des aiguilles; certaines d'entre elles sont nettement plus petites que les aiguilles primitives, et il paraît logique d'envisager la possibilité de leur néoformation dans ce milieu favorable. Un autre point me semble important à signaler : dans toutes les expériences faites pour reproduire *in vitro* des cristaux d'oxalate de Ca, j'ai obtenu de petits cristaux sensiblement isodiamétriques ou plus souvent en lamelles à 6 pans un peu plus longues que larges, jamais de cristaux nettement aciculaires, et ceci quel que soit le milieu de cristallisation employé. Dans ce mucilage au contraire, l'union du calcium et de l'acide oxalique se fait sur un plan tout autre; seule, la forme aciculaire persiste et semble même prendre naissance; je n'y ai jamais vu de petits cristaux ordinaires en lamelles plus ou moins hexagonales. Ceci est sans doute à rapprocher du fait que dans les cellules à raphides on ne trouve jamais de cristaux d'autre forme.

Ainsi ces expériences soulignent les deux faits suivants : d'une part l'agencement en aiguilles des molécules d'oxalate de Ca nécessite un milieu physique et chimique particulier, dans lequel la cristallisation normale semble ne pas se faire; d'autre part le protoplasme et le noyau d'une cellule vivante ne sont pas indispensables à la naissance et à la croissance des raphides.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Thyméléacées. Développement de l'embryon chez le* Daphne Mezereum *L.* Note de M. **René Souèges**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

Ni Paul Guérin [1], ni Anna Fuchs [2], dans les importants Mémoires qu'ils ont consacrés aux Thyméléacées, ne nous apportent le moindre renseignement sur les lois qui président au développement de l'embryon dans cette famille. Ces lois sont cependant d'autant plus intéressantes à bien connaître que les Thyméléacées présentent, sous divers rapports, des caractères nettement primitifs et que leurs affinités sont toujours très discutées.

---

(1) *Ann. Jardin Bot. de Buitenzorg*, 2e série, **14**, 1915, pp. 1-35.
(2) *Œsterreichische Bot. Zeitschrift*, **87**, 1938, pp. 1-41.

Dans tous les cas, la tétrade s'est montrée composée de deux cellules supérieures juxtaposées et de deux cellules inférieures également juxtaposées, séparées par des membranes verticales ou légèrement obliques, plus ou moins normales à la première paroi de segmentation (*fig.* 3 et 4). Les figures 6, 7 et 8 représentent le proembryon octocellulaire. Il se constitue par bipartitions des éléments de la tétrade : les deux cellules supérieures de celle-ci se cloisonnant verticalement pour engendrer quatre quadrants disposés dans un plan horizontal, les deux cellules inférieures se segmentant, l'une, *m*, verticalement, l'autre, *ci*, par une cloison oblique à direction horizontale, pour donner deux éléments *n* et *n'* (*fig.* 5). A la suite de ces dernières divisions, les deux noyaux des cellules-filles de *m* se rangent à peu près à un même niveau, les deux noyaux des cellules-filles de *ci* se

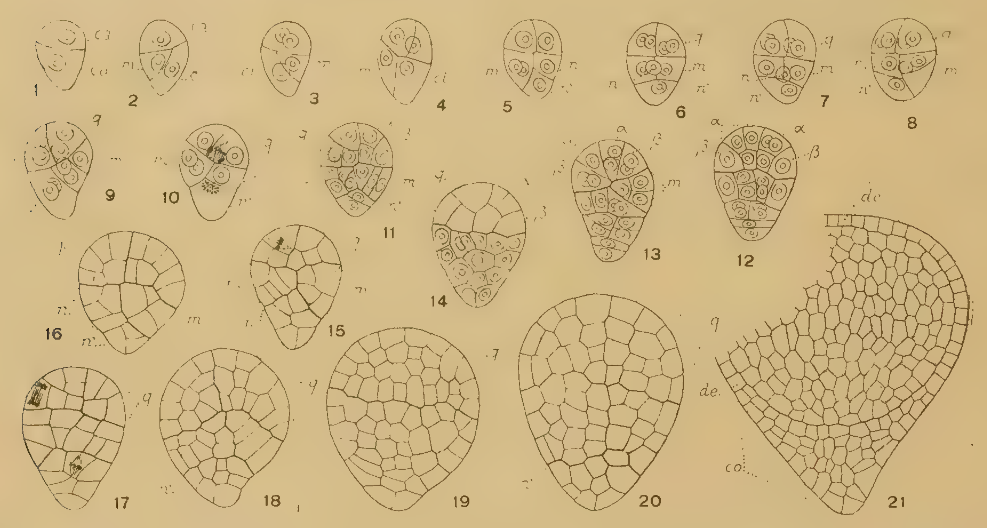


Fig. 1 à 21. — *Daphne Mezereum* L. — Les principaux termes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *q*, quadrants ou partie cotylée *sensu lato*; *m* et *ci*, cellules-filles de *cb* ou groupes cellulaires qui en dérivent; *n* et *n'*, cellules-filles de *ci* ou groupes cellulaires qui en sont issus; α et β, cellules-filles des quadrants; *de*, dermatogène; *co*, coiffe. G. = 290; 150 pour la figure 21.

trouvent placés l'un au-dessus de l'autre. Si, en 6 et 7, les deux noyaux des cellules-filles de *m* et le noyau de la cellule *n*, fille de *ci*, paraissent occuper le même étage, c'est que ces deux formes proembryonnaires se trouvent coupées selon un plan longitudinal faisant avec celui de la figure 5 un angle de 90°.

La complexité des formes que l'on observe aux stades suivants, surtout en ce qui concerne l'organisation de la moitié inférieure de l'embryon, tient à l'orientation fort variable de leurs sections verticales par rapport aux premières parois méridiennes. Parfois, les limites des premiers blastomères se reconnaissent nettement, par exemple en 9, 10, 11, 15, 16; mais, le plus souvent, ces limites ne peuvent être déterminées avec certitude; l'origine exacte des blastomères constitutifs ne peut ainsi être établie; on ne peut indiquer avec précision les portions du corps que ces blastomères contribuent à édifier. Les figures 10, 11, 15, 16 montrent cependant que, sans aucun doute, les éléments produits par *m* et *n*, placés au-dessous de la première paroi de segmentation, entrent dans la constitution de la partie hypocotylée, que les éléments engendrés par *n'* engendrent l'extrémité radiculaire. Les initiales de l'écorce de la racine tireraient origine de *n'*. Il ne se produit pas de suspenseur véritable.

Il est plus aisé de suivre la marche de la segmentation dans les quadrants, quoique les

directions des divisions dans ces éléments soient peu constantes. En général, par cloisons anticlines venant s'insérer sur la première paroi transversale de segmentation, au voisinage de l'axe, il se différencie deux éléments α et β (*fig.* 11 à d., 12, 13, 14 à d.), comparables à ceux que l'on rencontre dans le type embryonomique des Composées ([3]). Mais parfois ces cloisons anticlines, prenant une direction horizontale, viennent s'insérer intérieurement sur les parois méridiennes de séparation des quadrants (*fig.* 11 à g., 14 et 15 également à g.). Dans les deux cas, après ces premières divisions des quadrants, apparaissent, en coupes longitudinales, des cloisons périclines qui isolent extérieurement des éléments de dermatogène. Il est évident que cette portion du corps proembryonnaire, produite par les quadrants (*q*, *fig.* 9 à 20), représente la partie cotylée *sensu lato*. Les histogènes ne paraissent nettement individualisés qu'aux stades qui correspondent à la formation des cotylédons. En 21, au moment où se dessine la dépression apicale indiquant la différenciation prochaine des protubérances cotylédonaires, seul le dermatogène se trouve différencié.

Par le mode de constitution des quadrants, par leurs processus de division et par leurs destinées, le *Daphne Mezereum* vient se ranger à côté des espèces appartenant au type embryonomique des Composés. Dans ce type, on a été amené à distinguer ([4]) des formes plus ou moins régulières, à tétrade *filamenteuse* comportant deux cellules inférieures superposées, et des formes aberrantes, à tétrade *globuleuse* possédant deux cellules inférieures juxtaposées. C'est une espèce nettement représentative de ces dernières formes que constitue le *Daphne Mezereum*, puisque la tétrade globuleuse a été, chez cette espèce, observée d'une manière constante.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Étude de quelques milieux permettant la culture illimitée d'un prothalle d'*Asplenium. Note de Mme **Germaine Hurel-Py**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Nous avons signalé ([1]) que nous entretenions aseptiquement depuis sept mois la prolifération de prothalles de Fougère. Notre souche est maintenant âgée de 18 mois et continue à proliférer et à se développer dans des conditions qui nous permettent de penser que nous en entretiendrons la culture indéfiniment. Les examens morphologiques et physiologiques nous ont déjà fourni des résultats que nous résumerons ici.

Tout d'abord, dans des conditions que nous préciserons plus loin, nous avons pu obtenir des sporophytes assez développés pour nous permettre d'identifier le genre auquel appartient le prothalle ainsi cultivé. C'est un *Asplenium* dont on ne peut encore déterminer l'espèce, les frondes ne portant pas jusqu'ici de sores.

Le glucose n'est pas indispensable à la croissance illimitée des prothalles,

([3]) R. Souèges, *Comptes rendus*, 171, 1920, pp. 254 et 357.
([4]) R. Souèges, *Bull. Soc. bot. de Fr.*, 88, 1941, p. 602.

([1]) *Comptes rendus*, 212, 1941, p. 720.

et nous avons pu obtenir celle-ci sur des milieux aseptiques gélosés contenant simplement une solution de Knop additionnée d'un égal volume d'eau. Dans ces conditions, la croissance des prothalles, qui ne peut s'opérer qu'à partir des produits de la photosynthèse, est bien plus lente que sur milieu glucosé, mais, en revanche, les sporophytes sont plus nombreux et mieux développés. Nous avons également recherché si des milieux minéraux plus dilués que la solution de Knop, tels que ceux employés par certains auteurs pour faire germer les spores de Fougères, permettraient encore d'entretenir à l'état aseptique la prolifération de nos cultures. C'est ainsi que nous avons utilisé comme milieux nutritifs une solution de Knop au 1/10, une solution de Knop au 1/100, une solution de Shive [PO^4KH^2 0^g,518; $(NO^3)^2Ca$ 0^g,2; SO^4Mg 0^g,42; $FeCl^3$ traces; eau 1000] à 0,12 %. Des prothalles placés sur ces milieux prolifèrent très lentement depuis 4 mois tout en demeurant sains, mais le volume des cultures obtenues dans ces conditions est environ quatre fois moins important que celui des cultures entretenues sur Knop au 1/2. Signalons que, sur les solutions de Knop au 1/10 et au 1/100, les sporophytes blanchissent et se flétrissent rapidement, tandis que les prothalles eux-mêmes élaborent moins de chlorophylle et sont plus faiblement colorés en vert que sur les milieux renfermant du Knop dilué de moitié. L'observation au microscope ne permet de remarquer aucune particularité. Si l'on considère la faible concentration en sels que renferme la solution de Knop au 1/100, et de Shive à 0,12 %, il est permis de se demander si les sels minéraux renfermés dans l'eau ayant lavé la gélose ne suffiraient pas à l'entretien de la souche. Des expériences sont en cours afin d'élucider ce dernier point.

On voit, d'après les expériences précédentes, que la culture des prothalles d'*Asplenium* ne nécessite qu'un minimum d'éléments minéraux.

Nous avons enfin essayé l'influence de la terre sur le développement des prothalles. Dans ce dernier cas les prothalles survivent mais s'accroissent peu. C'est ainsi qu'un prothalle repiqué d'un milieu minéral sur terre stérile ne paraît pas avoir grossi d'une façon appréciable depuis quatre mois ([2]). Il a donné par contre naissance à de nombreux sporophytes trapus. Il semblerait donc exister dans la terre des substances inhibitrices du développement des prothalles. Des expériences sont en cours afin de préciser ce dernier point.

Nous indiquerons pour terminer les conditions nécessaires à la formation des sporophytes. Nous avons tout d'abord constaté qu'il y a antagonisme entre la prolifération des sporophytes et celle des gamétophytes. C'est ainsi que, sur milieux minéraux, des prothalles prolifèrent faiblement et donnent de nom-

---

([2]) Gœbel puis Mottier ont indiqué avoir conservé des prothalles plusieurs années sur de la terre non stérile. Dans ces conditions, les prothalles, qui doivent être dépourvus de sporophytes pour survivre, s'accroissent très peu. C'est ainsi qu'au bout de quatre ans ils n'ont encore que 3 à 4^{cm} de diamètre.

breux sporophytes bien développés. C'est à partir de tels milieux que l'on a pu obtenir des sporophytes permettant de déterminer le genre de la Fougère, tandis que, sur milieu glucosé où les prothalles prolifèrent activement, les sporophytes sont très petits et peu nombreux. Cependant, si l'on s'abstient de repiquer la culture sur milieu glucosé, les prothalles, au bout de quelque temps, sont gênés dans leur croissance par le manque d'espace et, à partir de ce moment, les sporophytes deviennent très nombreux et aussi vigoureux que ceux cultivés sur milieu minéral. Signalons enfin que l'activité de la croissance des sporophytes subit des variations saisonnières : en été les sporophytes poussent vite et prennent un grand développement, tandis que pendant les mois d'hiver ils grandissent très lentement.

En résumé, nous avons montré : 1° que les prothalles de Fougère se développent même sur un milieu très pauvre, mais que leur croissance est très favorisée par l'addition de faibles quantités de glucose; 2° que les sporophytes se développent d'autant mieux que les gamétophytes végètent plus lentement.

CYTOLOGIE. — *Les éosinophiles utérins au cours des phases du cycle œstrien chez la Rate et la Souris.* Note de M. **Raoul-Michel May**, présentée par M. Charles Pérez.

Nous avons été frappé, dans un travail sur la greffe bréphoplastique de l'utérus chez la Rate [1], de l'abondance des leucocytes éosinophiles isolés parmi les muscles de cet organe. Des recherches ultérieures nous ont montré que cette abondance ne se manifeste pas également dans toutes les phases du cycle œstrien, et nous en avons alors entrepris une étude quantitative.

Dans chaque série quatre rates ou souris femelles, nées le même jour, subissent des frottis vaginaux quotidiens pendant au moins un cycle œstrien complet. Puis elles sont sacrifiées, chacune à une des quatre phases du cycle œstrien ultérieur.

Les quatre utérus sont fixés dans du liquide de Zenker et débités en coupes de 5 microns. Ils sont colorés par des méthodes hématologiques (May-Grünwald ou Romanowsky) qui mettent en valeur les leucocytes éosinophiles. Pour chaque phase plusieurs coupes sont projetées, au même grossissement pour toutes les phases, au moyen d'un appareil à projection, sur du papier bristol. On compte tous les éosinophiles et l'on dessine les contours externes et internes d'une coupe d'utérus. Ces dessins sont découpés par la suite, on élimine la partie correspondant à la lumière utérine et on les pèse. On obtient ainsi la moyenne du nombre des éosinophiles de plusieurs coupes de l'utérus, et, par le poids des dessins de cet organe, son volume relativement aux autres phases de la série. Le tableau suivant donne le résultat des numérations et des

---

[1] *Arch. d'Anat. Microsc.*, 35, 1939-1940, pp. 147-199.

pesées dans le cas d'une série de Rates et de deux séries de Souris femelles d'âges différents. Nous donnons, de plus, le nombre d'éosinophiles aux différentes phases calculé par rapport à œstrus = 100.

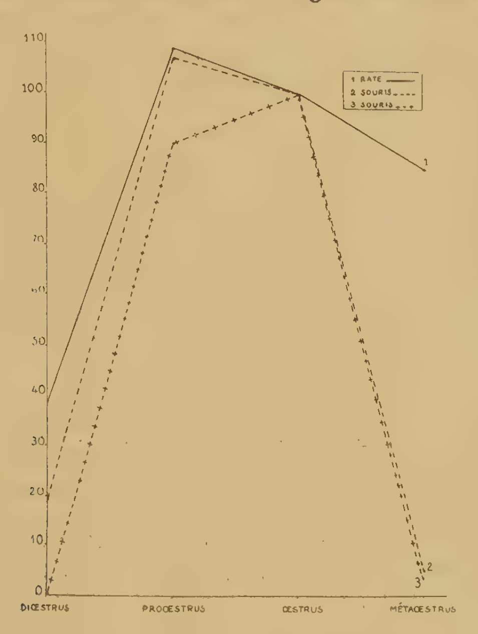
	Age en jours.	Éosinophiles trouvés.	% par rapport à œstrus.	Poids du dessin de l'utérus (en g).	Éosinophiles trouvés.	% par rapport à œstrus.	Poids du dessin de l'utérus (en g).
			Oestrus.			*Metaœstrus.*	
Série 1, Rates...	158	1942	100	61	1652	85,0	28
» 2, Souris..	49	481	100	15	17	3,5	6
» 3, » ..	80	509	100	2,27	24	4,7	1,04
			Diœstrus.			*Proœstrus.*	
Série 1, Rates...	158	714	38,2	20	2080	107,1	61
» 2, Souris..	49	3	0,6	8	436	90,6	13
» 3, » ..	80	97	19,0	6,08	555	109,0	3,25

1° Une première constatation s'impose; c'est que le volume utérin varie au cours des différentes phases du cycle œstrien, mais que ces variations ne sont pas constantes d'après la phase. En effet, si le volume utérin est environ trois fois plus grand en œstrus qu'en diœstrus chez la série de Rates, et deux fois chez les Souris de la série 2, le volume utérin est par contre plus de deux fois et demie plus grand en diœstrus qu'en œstrus chez la Souris de la série 3. Il est donc impossible d'utiliser la surface des coupes de l'utérus comme base pour le calcul du pourcentage des éosinophiles aux différentes phases du cycle.

2° Le nombre absolu des éosinophiles montre une nette alternance, non pas aux quatre phases du cycle, mais à deux phases, l'une constituée par proœstrus-œstrus, l'autre par métaœstrus-diœstrus. Il y a un grand nombre d'éosinophiles en proœstrus-œstrus, tandis que ce nombre baisse beaucoup en métaœstrus-diœstrus. Il ne présente pas, dans nos conditions de numération tout au moins, une précision quantitative absolue, mais il peut néanmoins être exprimé par les courbes très significatives ci-contre. En effet, le pourcentage d'éosinophiles ne varie que de 100 en œstrus à 107 chez la Rate en proœstrus, et à 90,6 et 109 chez la Souris en proœstrus; en diœstrus il tombe à 38 chez la Rate, et à 0,6 et 19,0 chez la Souris, tandis qu'il varie en métaœstrus de 85 chez la Rate à 3,5 et 4,7 chez la Souris.

3° Le nombre de leucocytes éosinophiles utérins est en rapport inverse avec celui des leucocytes neutrophiles que l'on observe dans la muqueuse vaginale. On sait en effet que les frottis vaginaux montrent un très grand nombre de leucocytes neutrophiles en métaœstrus-diœstrus, surtout en diœstrus, phases auxquelles le nombre des éosinophiles utérins est le plus bas; au contraire, les frottis vaginaux ne montrent pas de leucocytes neutrophiles en proœstrus-œstrus, phases auxquelles le nombre des éosinophiles utérins est le plus grand.

4° L'interprétation de ce phénomène cyclique n'est pas évidente. Pour Saito ([2]) la présence de cellules éosinophiles dans l'utérus de la Rate a un rapport étroit avec la croissance de cet organe et la fonction de *l'hormone*



œstrienne. La présence cyclique, saisonnière, d'éosinophiles a encore été signalée dans le thymus du Hérisson par Peter ([3]), qui n'en a observé que pendant l'été et au début de l'automne, mais presque pas pendant l'hibernation. Dans le cas de l'utérus, nos résultats montrent que la présence d'un grand nombre d'éosinophiles n'est pas en rapport avec les variations de volume de cet organe, inconstantes d'après les phases cycliques, mais qu'elle a des rapports étroits avec l'alternance du cycle œstrus-diœstrus.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Destruction de la moelle et adaptation aux changements de salinité chez un poisson homéosmotique (Carpe)*. Note ([1]) de Mme **Andrée Drilhon**, présentée par M. Paul Portier.

Depuis les travaux de Summer, on connaît le rôle très important joué chez les Poissons homéosmotiques par l'épithélium branchial, véritable septum entre le milieu intérieur et le milieu ambiant.

D'autre part, Smith et Schlieper ont montré que la quantité d'urine émise par les Téléostéens est très petite et légèrement hypotonique au sang : leur osmorégulation est donc extrarénale et ce travail se fait au niveau branchial. Outre l'excrétion des chlorures (Keys et Wilner), la branchie élimine aussi

([2]) *Sci. Repts Gov. Inst. Infect. Dis. Tokyo Imp. Univ.*, 6, 1927, pp. 365-381.
([3]) *Zeitschr. Anat. u. Entwicklungsgesch.*, 104, (3), 1935, pp. 295-326.

([1]) Séance du 9 mars 1942.

une grande partie des déchets sous forme ammoniacale, l'excrétion azotée branchiale atteint 50 % de l'azote total excrété (Delaunay).

Nous avons étudié [1] la régulation minérale du milieu intérieur de la carpe adaptée à des salinités progressives. Nous avons tenté d'établir à la suite de ces résultats l'influence du système nerveux central sur le mécanisme régulateur et plus spécialement sur les phénomènes de perméabilité branchiale. N'ayant pu obtenir des survies suffisantes après la section totale des branches du vague, nous avons tenté de détruire la totalité de la moelle.

Chez les Pœcilothermes, Chaisson [2] a réalisé cette expérience sur des Elasmobranches : l'auteur saignait ces animaux opérés 24 heures après la destruction médullaire et trouvait leur concentration moléculaire identique à celle du milieu ambiant. Il en concluait que la suppression de la moelle détruisait les mécanismes par lesquels la pression osmotique se maintient normalement au-dessus du Δ du milieu extérieur.

Nous avons opéré un grand nombre de carpes, dont la survie prolongée a été excellente (20 à 30 jours); une section cervicale et une section caudale permettaient le passage d'une corde de piano qui assurait la presque totale destruction des éléments nerveux; les deux plaies étaient cicatrisées rapidement et recouvertes d'une couche de cire de Horsley (celle-ci, durcissant dans l'eau, empêchait l'imbibition des muscles et assurait le maintien des parois). Il faut procéder à des nettoyages fréquents de l'animal immobile car le mucus en s'accumulant devient rapidement propice au développement microbien.

On connaît chez les homéothermes les résultats de la destruction de la moelle et l'on peut admettre avec les données récentes (Popoff, Hermann et Thann) que les divers métabolismes, après les perturbations dues au choc, reprennent leur allure normale, seule la température centrale chez les animaux opérés manifeste une grande labilité.

Nous résumons dans le tableau ci-dessous les résultats de la composition du plasma de carpes sacrifiées 20 jours après l'opération.

Élément.	Carpe normale.	Carpe sans moelle.
Δ (°)	−0,50	−0,49
Chlore (g °/₀₀)	3,75	3,75
Sodium (»)	3,098	3,090
Potassium (»)	0,173	0,200
Calcium (»)	0,100	0,105
Protéines (»)	27,8	25,5
Azote total non protéique (g °/₀₀)	0,420	0,360
Acides aminés (g °/₀₀)	0,075	0,087
Réserve alcaline (cm³ CO^2 %)	30	19 à 22
Résistance globulaire	4,5	2,5
Vitesse de sédimentation (mm/h)	4	6
Teneur en eau (%)	97,4	97,6
Glycémie	0,885	0,483

(1) A. Drilhon et A. Pora, *Am. de Physiol.*, 12, I, 1936, pp. 139 à 168.

(2) *Proc. of the Nova Scotian Inst. of Science Halifax*, 18, II, 1931-1932.

Il ressort de ces résultats que la destruction de la moelle entraîne chez la Carpe une diminution de la glycémie ainsi qu'une chute sensible de la réserve alcaline. Par ailleurs, la vitesse de sédimentation globulaire est notablement augmentée tandis que la résistance est sensiblement diminuée; mais, dans l'ensemble, tant au point de vue concentration moléculaire et équilibre salin qu'au point de vue équilibre azoté, le milieu intérieur de la Carpe garde toute son intégrité.

Il n'en est plus de même si l'on veut adapter ces animaux opérés à des salinités progressives : alors qu'une carpe normale supporte sans dommage un milieu extérieur se congelant à — 0°,90, l'animal opéré meurt immédiatement dans un bain se congelant à — 0°,20.

Il apparaît alors que la suppression de la moelle diminue considérablement le mécanisme de la régulation branchiale chez un poisson homoiosmotique.

BIOLOGIE ENTOMOLOGIQUE. — *Polymorphisme et pœcilogonie chez les Éphémères.* Note [1] de Mlle **Marie-Louise Verrier**, présentée par M. Louis Bouvier.

Dans la faune paléarctique et jusqu'à plus ample informé, le genre *Oligoneuriella* est représenté par une seule espèce, *Oligoneuriella rhenana* Imhoff [2]. La larve et l'imago de cette espèce ont fait l'objet de descriptions très précises. Des indications non moins précises ont été données du comportement et de l'habitat de la larve. On a signalé leur abondance dans les grands cours d'eau (le Rhin, la Garonne) principalement et, selon J.-A. Lestage, « ces larves vivent abritées sous les pierres dans les eaux à courant presque nul » [3].

Or j'ai capturé au cours de l'été 1941, en Auvergne, dans des ruisseaux ou petites rivières, affluents de l'Allier, principalement dans la Couze Pavin et dans l'Alagnon, des larves dont la morphologie permet de les identifier toutes, indiscutablement, à *Oligoneuriella rhenana* Imhoff.

Seul l'habitat de ces larves diffère de ce que l'on sait de l'habitat des larves typiques d'*Oligoneuriella*. Ici il s'agit, non plus de grandes rivières à courant presque nul, mais de ruisseaux à allure de torrents. Bien plus, les *Oligoneuriella* que j'ai capturées sont nettement localisées aux zones où le débit atteint son maximum de rapidité et où l'eau est particulièrement agitée, et par suite très oxygénée, au pied de chutes ou de cascades.

Dans ces stations à *Oligoneuriella* on trouve d'ailleurs des exemplaires de la faune torrenticole classique, larve de *Rhitrogena*, de *Bætis alpinus*, de Simulies, et parfois d'un Blépharocéridée, *Liponeura cinarescens* [4].

---

(1) Séance du 2 mars 1942.

(2) J.-A. Lestage, *Bull. et Ann. de la Soc. entom. de Belgique*, 68, 1938, p. 273. Par suite des circonstances je n'ai pu me procurer certains périodiques et ouvrages récents.

(3) *Ann. de Biol. lacustre*, 8, 1916, p. 263.

(4) M. Seguy a bien voulu vérifier ma détermination.

A côté des stations de ces larves, j'ai capturé des imagos des deux sexes, qui tous diffèrent sensiblement des imagos déjà connus d'*Oligoneuriella*, et j'insiste sur ce fait que, depuis trois étés que je chasse les Éphémères dans ces mêmes lieux, je n'ai jamais capturé d'autres formes.

Les différences entre ces *Oligoneuriella* et *Oligoneuriella rhenana* typique décrite par Eaton portent principalement sur la nervation des ailes, la longueur des cerques, la coloration générale du corps, les dimensions du corps.

a. La nervation des ailes. — Contrairement aux ailes des *Oligoneuriella rhenana* de Eaton, ici la nervation est la même pour les deux sexes. L'aile antérieure présente toujours cinq nervures longitudinales, mais les nervures transversales sont particulièrement nombreuses et marquées. Elles s'étendent exclusivement entre les costa et les trois premières nervures longitudinales. Entre le bord antérieur et la première longitudinale, on peut compter 23 transversales; trois anales sont également nettes.

L'aile postérieure est plus différente encore de celle des *Oligoneuriella rhenana* typiques. La médiane est bifurquée dans les deux sexes. Deux anales sont bien marquées, ainsi que les nervures transversales qui s'étendent entre elles d'une part, et entre la deuxième anale et le bord postérieur d'autre part.

b. La longueur des cerques. — Chez *Oligoneuriella rhenana* de Eaton les cerques atteignent chez le mâle une fois et demie la longueur du corps, chez la femelle au plus les 2/3 et au moins le 1/4 de cette même longueur. Ici les cerques du mâle ne dépassent pas les 3/4 et ceux de la femelle le 1/5 de la longueur du corps.

c. Coloration. — Tête et thorax gris brunâtre, partie supérieure et antérieure du thorax jaunâtre, abdomen gris fumée, pattes gris clair, cerques jaune pâle.

d. Dimensions du corps. — Longueur du corps du mâle, 15 à 18^{mm}; de la femelle, 10 à 15^{mm} (5).

Ainsi, si l'on s'adresse à la larve, on apparente sans hésitation les individus capturés à *Oligoneuriella rhenana* Imhoff; si l'on s'adresse uniquement aux imagos, l'on pourrait être autorisé à en faire une espèce nouvelle.

L'étude d'un autre Éphéméroptère, *Bætis alpinus* Pictet, conduit à de semblables remarques, compte tenu du fait que les variations portent alors sur la larve et non sur l'adulte. On attache une grande importance pour la détermination de la larve de *Bætis alpinus* à l'importance de la ciliation des cerques et à la réduction de longueur du cerque médian. Or l'examen des larves provenant d'une même station montre que ces caractères sont très variables, certaines larves se rapprochant de celles de *Bætis rhodani* Pict. et, jusqu'à plus ample informé, les caractères de l'imago sont bien définis. Le seul caractère commun à toutes les larves de *Bætis alpinus*, quelles que soient leurs

(5) Je me propose de donner ultérieurement une étude détaillée de la question avec figures à l'appui.

variations morphologiques, est une rhéophilie très nette s'accompagnant d'un intense besoin d'oxygène dissous.

Ces faits sont à rapprocher des constatations de Lestage ([6]) relatives à la difficulté « de différencier d'une façon certaine les larves d'un même groupe, alors que l'adulte est certainement différent ». Le cas des *Oligoneuriella* est à rapprocher des observations de Ulmer, dont Lestage a souligné l'importance, et qui établissent l'identité des larves d'*Ecdyurus fluminum* (espèce européenne) et de *Thalerosphyrus determinatus* (espèce javanaise).

Ces faits sont également à rapprocher des cas de pœcilogonie dont Giard ([7]) a donné de nombreux exemples dans les groupes zoologiques les plus divers. Le cas des *Bætis alpinus*, conforme à la définition de Giard (polymorphisme des larves, convergence des adultes), réaliserait un type de pœcilogonie directe. Au contraire, celui des *Oligoneuriella* (identité des larves et divergence des adultes) constitue un cas de pœcilogonie indirecte.

L'étude du polymorphisme des larves, des adultes et des divers types de pœcilogonie a une portée générale, car elle souligne jusqu'à quel point peut être relative la valeur des caractères morphologiques invoqués pour la discrimination des espèces. Elle montre l'importance de certains caractères physiologiques. Dans les cas qui nous intéressent ici, les larves présentent toutes, quelle que soit leur morphologie, une rhéophilie très marquée et un intense besoin d'oxygène dissous.

EMBRYOLOGIE TÉRATOLOGIQUE. — *Sur la présence, dans les embryomes parthénogénétiques, de diverticules ou canaux amniotiques à topographie radiaire, homologues de ceux du blastoderme polyembryonique du Tatou.* Note ([1]) de M. **Albert Peyron**, présentée par M. Maurice Caullery.

Dès le début de mes observations avec Limousin, qui mirent en évidence la parthénogénèse polyembryonique dans le testicule, nous avions souligné que les vésicules amnio-ectoblastiques primitives montraient souvent, dans leurs divers modes de division ou de bourgeonnement, les aspects de la gémellité monozygotique et même une polyembryonie analogue à celle de l'œuf du Tatou. Nous avons ainsi décrit l'individualisation des boutons ou embryons, au niveau d'épaississements ectoblastiques excentriques, disposés suivant des axes perpendiculaires et correspondant à des divisions symétriques successives.

Depuis lors, j'ai pu observer une disposition encore plus caractéristique :

([6]) *Ann. de Biol. lacustre*, 8, 1916, p. 215.
([7]) *Bull. Scient. France-Belgique*, 39, 1905, p. 153.

([1]) Séance du 2 mars 1942.

la présence de diverticules ou canaux unissant la cavité amniotique centrale ou primitive, aux boutons situés à la périphérie (*fig.* 1). Ce fait offre un intérêt considérable, non seulement pour la morphogénie des blastodermes tératologiques, que la tumeur engendre en nombre illimité, mais même pour

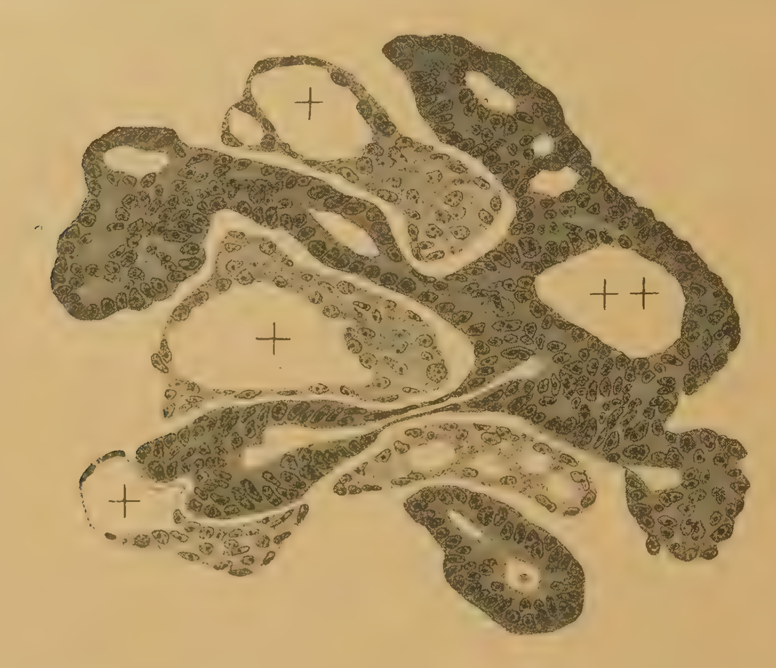


Fig. 1. — Embryome testiculaire 11013, vue exacte d'un segment d'un complexus polyembryonique à étages multiples. La cavité amnio-ectoblastique centrale (++) et ses diverticules, ou canaux, ont un revêtement constitué d'éléments fortement basophiles à noyaux allongés, ou irréguliers : les formations entoblastiques (+) montrent des éléments à cytoplasme clair et petits noyaux ovoïdes. Fix. Bouin; color. à la fuchsine basique et à l'azur II.

les problèmes toujours discutés de la mécanique embryonnaire normale de l'œuf du Tatou; dans ce dernier, les images homologues de celles de la figure 1 sont transitoires et ne se retrouvent jamais avec la même richesse de formes que dans les embryomes. Ces variations dans le processus de fission, ou de bourgeonnement des vésicules néoplasiques, sont liées, d'une part à des déformations mécaniques par pression de voisinage, de l'autre à des modifications dans la tension du liquide sécrété par l'ectoblaste primitif. Les boutons s'isolent plus ou moins rapidement et s'égrènent dans le mésoblaste primitif, consécutivement à la rupture des canaux. Ces derniers persistent à l'état de vestiges tubuliformes, après avoir peut-être contribué à la formation du trophoblaste qui constituera la voûte des boutons. Mes observations sur la tumeur 11013 sont aujourd'hui assez nombreuses pour ne laisser aucun doute sur la concordance topographique des dispositions de l'embryome (*fig.* 1) avec celles de la figure 2, qui reproduit (d'après Fernandez) une vue schématique des canaux et embryons dans l'œuf de *D. hybridus*; toutefois, il ne faut

pas perdre de vue que, dans le blastoderme du Tatou, la répartition des embryons issus du bourgeonnement de la vésicule (ou de sa fission suivant certains auteurs) s'effectue sur un même plan : dans nos embryomes, au contraire, le processus se répète à des étages divers et la disparition des canaux masque rapidement la topographie régulière, correspondant au synchronisme

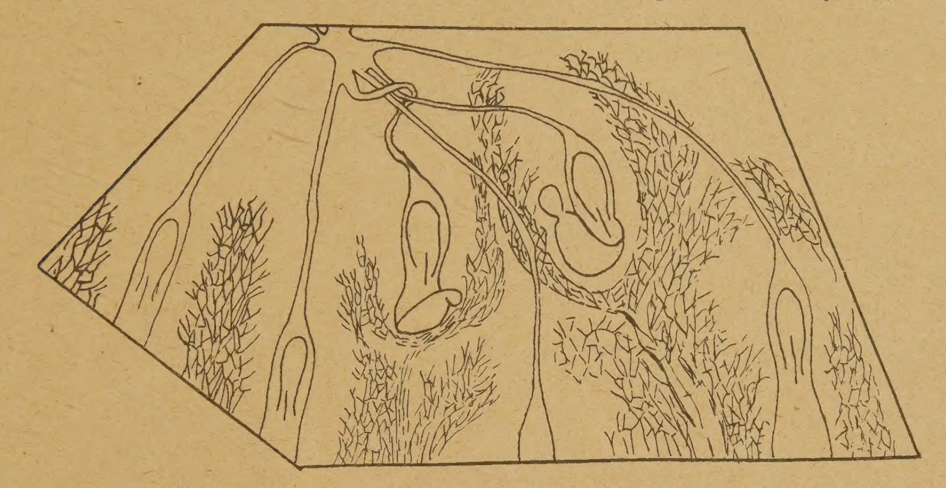


Fig. 2. — Vue d'ensemble schématisée (Fernandez) montrant une partie du blastoderme polyembryonique de *D. hybridus*. De la cavité amniotique centrale (en haut) partent les canaux amniotiques radiaires aboutissant aux divers embryons. Ces derniers, sur lesquels la ligne primitive est représentée, ont atteint un stade plus avancé que les boutons de la figure 1.

initial des formations d'un même étage. Certains canaux présentent des diverticules secondaires, ou même tertiaires; d'autre part, la séparation des deux vésicules ecto- et entoblastique et surtout l'aplasie ou hyperplasie de cette dernière (qui s'observent déjà à l'état normal chez *D. hybridus*) sont particulièrement fréquentes dans les embryomes; certains complexus polyembryoniques y sont même exclusivement constitués de boutons ou blastodermes abortifs, qui n'aboutissent jamais au stade thermique normal.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur une nouvelle méthode d'analyse microbiologique des beurres et sur l'intérêt qu'elle présente au point de vue industriel.* Note de MM. **Gustave Guittonneau** et **René Chevalier**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

L'un de nous a récemment tracé le programme d'une rénovation de notre industrie beurrière qui apparaît de plus en plus comme nécessaire [1].

Depuis lors nous avons reconnu que, dans l'ordre des réalisations techniques, on supprimerait sans doute beaucoup de malentendus et qu'on éviterait ainsi

(1) G. Guittonneau, *Comptes rendus Ac. d'Agr.*, 27, 1941, p. 25.

des faux départs, toujours regrettables, si l'on parvenait à instituer des contrôles d'orientation industrielle, reposant sur des données précises. C'est pour répondre à cette préoccupation que nous avons étudié et mis au point une nouvelle méthode d'analyse microbiologique des beurres. Nous nous proposons de la faire connaître dans cette Communication.

On sait que, dans le beurre, la vie microbienne s'entretient aux dépens des impuretés minérales et organiques que renferment les gouttelettes liquides émulsionnées dans le substratum lipidique. Dans ce milieu discontinu des espèces diverses, même si elles ont des affinités biologiques bien différentes, peuvent vivre près les unes des autres sans se nuire et c'est leur ensemble qu'il importe de prendre en considération si l'on désire se faire une idée exacte de ce que représente effectivement la vie microbienne dans un beurre.

Pour y parvenir, nous avons pensé qu'il serait opportun de séparer suivant leurs affinités biologiques les différentes espèces microbiennes qui constituent la microflore active d'un beurre et de les dénombrer indépendamment les unes des autres, sur milieux électifs convenablement choisis.

Dans la méthode que nous proposons, les milieux électifs sont ensemencés à partir de dilutions de beurre préalablement fondu à 45° et émulsionné dans un liquide visqueux stérilisé constitué par de l'eau gélosée à 1 °/₀₀.

1° *Dénombrement global de la flore bactérienne acidogène et de la flore fongique acidophile.* — Comme point de départ de l'analyse, on cherche à faire apparaître dans ce dénombrement global ce qui subsiste dans le beurre des microorganismes qui avaient envahi la crème au cours de sa maturation. Le milieu électif choisi par nous, à la lumière de nos études antérieures sur le lait et sur les crèmes, est un milieu gélosé à base de lait écrémé, dilué, digéré par la papaïne et amené à pH 7. Nous avons fait connaître ailleurs le mode de préparation de ce milieu ([2]).

2° *Dénombrement de la flore fongique acidophile.* — Si le milieu précédent, au lieu d'être amené à la neutralité, est ajusté à pH 3,5, il ne permet plus aux bactéries de se développer et il devient électif pour les champignons inférieurs acidophiles qu'il permet de dénombrer dans d'excellentes conditions. Les Champignons appartiennent aux groupes de l'*Oïdium lactis*, des levures, des Torulas, des Monilias et d'une manière générale de toutes les Moissures qu'on peut rencontrer dans le beurre.

3° *Dénombrement des bactéries coliformes des genres* Escherichia *et* Aerobacter. — Pour séparer ce groupe de Bactéries acidifiantes de celui des Bactéries lactiques vraies, on fait appel à la méthode dite colimétrique, telle qu'elle a été précisée par l'un de nous dans un Mémoire publié avec d'autres collaborateurs ([3]). Bornons-nous à rappeler ici que le dénombrement est basé sur

---

([2]) G. Guittonneau et R. Chevalier, *Ann. Techn. Agric.*, 3, 1940, p. 7.
([3]) G. Guittonneau, G. Mocquot et A. Eyrard, *Le Lait*, 19, 1939, p. 113.

la propriété que possèdent les Bactéries coliformes de faire fermenter le lactose, en bouillon électif, avec dégagement gazeux.

Dans nos études sur le beurre nous avons fait appel au milieu à base de lait écrémé, dilué, digéré par la papaïne, rendu électif par addition de sels biliaires (16^g par litre) et de vert brillant ($0^g,020$ par litre). Pour rendre plus rapides et plus nets les dégagements gazeux, on ajoute au liquide du formiate de sodium (5^g par litre).

Le dénombrement des bactéries coliformes une fois effectué, il est facile de rechercher les souches indologènes par la méthode classique de culture en bouillon phéniqué.

4° *Dénombrement des bactéries caséolytiques.* — Les résultats les plus instructifs que nous ayons enregistrés dans nos nombreux essais ont été obtenus sur une gélose rendue nutritive par simple addition de caséinate de calcium neutre. Les dénombrements, facilités par les plages d'éclaircissement du caséinate, correspondent à un potentiel de caséolyse microbienne dans les conditions les plus favorables à l'exercice de cette fonction. L'épreuve est donc très sévère, mais elle n'en a pratiquement que plus de valeur.

Si, maintenant, on envisage le point de vue industriel, on reconnaît que, dans le deuxième et le quatrième des dénombrements précédemment indiqués, on fera apparaître les Champignons et les Bactéries connus comme agents des altérations microbiennes les plus fréquents des beurres (goûts de fromage, de fermenté, de levure et rancissement). Des chiffres élevés obtenus comme résultats des deuxième et quatrième dénombrements peuvent donc être considérés comme des indices d'altérabilité des beurres.

Si l'on a affaire à des beurres de crèmes pasteurisées, les résultats du troisième dénombrement peuvent soulever la question des eaux de lavage employées dans les beurreries. Il est clair que ces eaux doivent être assainies dans tous les cas où elles n'ont pas été reconnues naturellement potables.

La séance est levée à 15^h45^m.

L. B.

ERRATA.

(Séance du 26 janvier 1942.)

Note de M. *Lucien Vallery*, Sur le dosage de l'atropine et de l'hyosciamine à l'état de silicotungstates :

Page 171, ligne 8 en remontant, *au lieu de* Ces deux grandeurs S et $F_{S,\theta}(x)$, *lire* Ces deux grandeurs *s* et $F_{S,\theta}(x)$.

(Séance du 16 février 1942.)

Note de M[lle] *Marie Théodoresco*, Étude par effet Raman des complexes molybdomaliques :

Page 314, ligne 3, *au lieu de* MoO^2, *lire* MoO^3.

(Séance du 23 février 1942.)

Note de M. *Alexis Lambert*, Le Trias du Djurdjura :

Page 377, ligne 14, *au lieu de* Boïra, *lire* Bouïra; ligne 19, *au lieu de* Calcaires à pistes *à fucoïdes*, *lire* Calcaires à pistes dits *à fucoïdes*.

Première note infrapaginale, *au lieu de* **210**, 1939, *lire* **210**, 1940.

(Séance du 9 mars 1942.)

Note de M[me] *Eugénie Cotton*, Sur l'anisotropie magnétique du caoutchouc :

Page 487, ligne 14 en remontant, *au lieu de* grandit avec le nombre de tours; *lire* diminue quand le nombre de tours augmente.